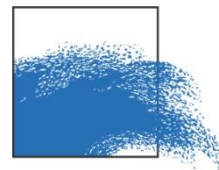


Milieueffectenbeoordeling van het RENTEL offshore windmolenpark ten noordwesten van de Thorntonbank en ten zuidoosten van de Lodewijkbank

December 2012



BMM
100 Gulledele
B-1200 Brussel
België



Milieueffectenbeoordeling van het RENTEL offshore windmolenpark ten noordwesten van de Thorntonbank en ten zuidoosten van de Lodewijkbank

Onderzoek van de aanvraag van de n.v. Rentel voor een vergunning en machtiging voor de bouw en de exploitatie van een windmolenpark in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België:

Milieueffectenbeoordeling (MEB)

Deze MEB werd opgesteld door :

Bob Rumes, Marisa Di Marcantonio, Robin Brabant, Steven Degraer, Jan Haelters, Francis Kerckhof, Alain Norro, Dries Van den Eynde Laurence Vigin en Brigitte Lauwaert

December 2012



BMM
100 Gulledele
B-1200 Brussel
België

INHOUDSTAFEL

1. INLEIDING	1
1.1 TECHNISCHE BESCHRIJVING VAN HET RENTEL WINDMOLENPARK	4
2. STATUUT EN STRUCTUUR VAN DE AANVRAGER	9
2.1 NAAM EN VENNOOTSCHAPSFORM	9
2.2 MAATSCHAPPELIJKE ZETEL	9
2.3 DE GEPUBLICEERDE STATUTEN	9
2.4 DE VERTEGENWOORDIGERS VAN DE VENNOOTSCHAP	9
3. METHODOLOGIE	11
4. JURIDISCHE ACHTERGROND	13
4.1 WETGEVING NATUUR EN MILIEU	13
4.2 ANDERE WETGEVING	18
4.3 BESLUIT	20
5. KLIMAAT EN ATMOSFEER	21
5.1 INLEIDING	21
5.2 TE VERWACHTEN EFFECTEN	22
5.2.1 Invloed op het klimaat	22
5.2.2 Invloed op de atmosfeer	23
5.3 BESLUIT	25
5.3.1 Aanvaardbaarheid	25
5.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen	25
5.4 MONITORING	25
6. HYDRODYNAMICA EN SEDIMENTOLOGIE	27
6.1 INLEIDING	28
6.1.1 Geologie, sedimenttransport en morfologische veranderingen	28
6.1.2 Turbiditeit	28
6.1.3 Klimaatsveranderingen	29
6.2 TE VERWACHTEN EFFECTEN	29
6.2.1 Funderingen	29
6.2.2 Erosiebescherming en erosieputten	30
6.2.3 Verhoging turbiditeit	31
6.2.4 Effecten op hydraulica	32
6.2.5 Vrijkomen van de kabels	33
6.3 BESLUIT	33
6.3.1 Aanvaardbaarheid	33
6.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen	33
6.4 MONITORING	34
6.4.1 Inleiding	34
6.4.2 Monitoring voor het huidige park	34

7. GELUID EN SEISMISCH ONDERZOEK	41
7.1 INLEIDING	41
7.1.1 Onderwatergeluid.....	42
7.1.2 Geluid boven water.....	43
7.1.3 Seismisch onderzoek	44
7.2 TE VERWACHTEN EFFECTEN.....	44
7.2.1 Onderwatergeluid.....	44
7.2.2 Geluid boven water.....	46
7.2.3 Seismisch onderzoek	46
7.3 BESLUIT	46
7.3.1 Aanvaardbaarheid.....	46
7.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen	47
7.4 MONITORING	50
7.4.1 Monitoring Onderwatergeluid.....	50
7.4.2 Monitoring Geluid boven water.....	52
7.4.3 Monitoring Seismisch onderzoek.....	52
8. RISICO EN VEILIGHEID	53
8.1 INLEIDING.....	53
8.1.1 Situering van de zone.....	54
8.1.2 Huidige scheepvaartroutes en scheepvaartdruk	54
8.2 TE VERWACHTEN EFFECTEN.....	56
8.2.1 Industriële risico's.....	56
8.2.2 Invloed van het park op radar en scheepscommunicatie.....	57
8.2.3 Effecten van de voorgenomen activiteiten op de scheepvaart.....	59
8.2.4 Risico's te wijten aan de veranderingen in de scheepvaart.....	60
8.2.5 Risico's gebonden aan de elektriciteitskabels	63
8.3 BESLUIT	63
8.3.1 Aanvaardbaarheid.....	63
8.3.2 Compensaties in milieuvoordelen.....	63
8.3.3 Mitigerende maatregelen, voorwaarden en aanbevelingen.....	64
9. SCHADELIJKE STOFFEN	71
9.1 INLEIDING.....	71
9.1.1 Olie	71
9.1.2 Corrosiebescherming en aangroeiwerende producten.....	72
9.1.3 SF6.....	72
9.1.4 Asfaltmatten en breuksteen.....	72
9.1.5 Gebruik monolieten	73
9.1.6 Radioactieve bestanddelen.....	73
9.2 TE VERWACHTEN EFFECTEN.....	73
9.3 BESLUIT	73
9.3.1 Aanvaardbaarheid.....	73
9.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen	74
9.4 MONITORING	75
10. MACROBENTHOS, EPIBENTHOS EN VISGEMEENSCHAPPEN.....	77

10.1 INLEIDING	78
10.1.1 Beschrijving van het Rentel projectgebied	78
10.1.2 Referentiesituatie benthische habitats	78
10.1.3 Mogelijk belang van het Rentel projectgebied als paaigebied	80
10.2 TE VERWACHTEN EFFECTEN	81
10.2.1 Constructiefase	81
10.2.2 Exploitatiefase	83
10.2.3 Ontmantelingsfase	85
10.2.4 Cumulatieve effecten	85
10.3 BESLUIT	85
10.3.1 Aanvaardbaarheid	85
10.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen	86
10.4 MONITORING	87
10.4.1 Kolonisatie en successie artificieel hard substraat	87
10.4.2 Ontwikkeling natuurlijke zacht substraat fauna (macrobenthos, epibenthos en demersale en benthische vissen) in windmolenzone.	89
10.4.3 Impact van heien op fauna, o.a. commercieel belangrijke vis(larven)	91
10.4.4 Bepalen van de ontwikkeling van de aanwezige grindbiotoop fauna	93
10.4.5 Ammodytidae: populaties en paaigedrag in de geulen van het Belgische windmolengebied	94
11. ZEEZOOGDIEREN	95
11.1 INLEIDING	95
11.1.1 Soorten zeezoogdieren in Belgische wateren	96
11.1.2 De bruinvis in Belgische wateren: aantallen en trends	96
11.1.3 Nieuw beschikbare informatie	98
11.2 TE VERWACHTEN EFFECTEN	99
11.2.1 Constructiefase	99
11.2.2 Exploitatiefase	103
11.2.3 Ontmantelingsfase	103
11.2.4 Cumulatieve effecten	103
11.2.5 Leemtes in de kennis	104
11.3 BESLUIT	105
11.3.1 Aanvaardbaarheid	106
11.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen	106
11.4 MONITORING	108
11.4.1 Algemene monitoring	109
11.4.2 Monitoring vóór de aanvang van de werken	109
11.4.3 Monitoring tijdens de constructiefase	109
11.4.4 Monitoring tijdens de exploitatiefase	110
12. AVIFAUNA	111
12.1 INLEIDING	111
12.2 TE VERWACHTEN EFFECTEN	112
12.2.1 Constructiefase	112
12.2.2 Exploitatiefase	114
12.2.3 Ontmantelingsfase	118
12.2.4 Cumulatieve effecten	119

12.3 BESLUIT.....	120
12.3.1 Aanvaardbaarheid.....	120
12.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen.....	121
12.4. MONITORING EN MIDDELEN.....	122
13. ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN.....	125
13.1 INLEIDING.....	125
13.1.1 Referentiesituatie.....	125
13.1.2 Geplande bekabeling voor het Rentel project.....	126
13.2 Te VERWACHTEN EFFECTEN.....	127
13.2.1 Fysisch.....	127
13.2.1 Op de fauna.....	127
13.2.3 Cumulatieve effecten.....	129
13.3 BESLUIT.....	129
13.3.1 Aanvaardbaarheid.....	129
13.3.2 Voorwaarden en Aanbevelingen.....	130
13.4 MONITORING.....	130
14. INTERACTIE MET ANDERE MENSELIJKE ACTIVITEITEN.....	131
14.1 INLEIDING.....	131
14.2 Te VERWACHTEN EFFECTEN.....	132
14.2.1 Visserij.....	132
14.2.2 Maricultuur.....	133
14.2.3 Scheep- en Luchtvaart.....	133
14.2.4 Zand- en Grindwinning.....	134
14.2.5 Baggeren en storten van baggerspecie.....	135
14.2.6 Windenergie.....	135
14.2.7 Militair gebruik.....	136
14.2.8 Gaspijpleidingen en Telecommunicatiekabels.....	136
14.2.9 Toerisme en Recreatie.....	137
14.2.10 Wetenschappelijk Onderzoek en Oceanologische Waarnemingen.....	137
14.3 BESLUIT.....	137
14.3.1 Aanvaardbaarheid.....	137
14.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen.....	138
14.4 MONITORING.....	139
15. ZEEZICHT.....	141
15.1 INLEIDING.....	141
15.2 Te VERWACHTEN EFFECTEN.....	143
15.2.1 Constructiefase.....	143
15.2.2 Exploitatiefase.....	143
15.2.3 Ontmantelingsfase.....	145
15.3 BESLUIT.....	145
15.3.1 Aanvaardbaarheid.....	145
15.3.2 Voorwaarden en Aanbevelingen.....	146
15.4 MONITORING.....	146

16. CULTUREEL ERFGOED.....	147
16.1 INLEIDING	147
16.2 TE VERWACHTEN EFFECTEN.....	147
16.2.1 Invloed op de scheepswrakken.....	147
16.2.2 Invloed op paleolandschappen	148
16.3 BESLUIT.....	149
16.3.1 Aanvaardbaarheid.....	149
16.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen	149
16.4 MONITORING	150
17. GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN.....	151
17.1 ALGEMEEN	151
17.2 EFFECTEN IN HET NEDERLANDS DEEL VAN DE NOORDZEE.....	151
17.3 INSTANDHOUDINGSDOELSTELLINGEN.....	153
17.4 ZEEZOOGDIEREN	156
17.4.1 Verwachte effecten: Constructiefase.....	156
17.4.2 Verwachte effecten: Exploitatiefase.....	157
17.4.3 Verwachte effecten: Ontmantelingsfase	158
17.4.4 Beoordeling.....	158
17.5 AVIFAUNA	159
17.5.1 Verwachte effecten: Constructiefase.....	159
17.5.2 Verwachte effecten: Exploitatiefase.....	159
17.5.3 Verwachte effecten: Ontmantelingsfase	161
17.5.4 Beoordeling.....	161
17.6 BENTHOS EN VIS	161
18. MONITORING	163
18.1 ALGEMENE VISIE.....	163
18.2 VOORGESTELD PROGRAMMA	165
18.3 VOORGESTELDE PLANNING	166
18.4 LOCATIE VAN DE MONITORINGSWERKZAAMHEDEN	168
18.5 SCHATTING VAN HET BUDGET	169
19. SYNTHES EN BESLUIT	171
19.1 AANVRAAG.....	171
19.2 TE VERWACHTEN EFFECTEN.....	173
19.2.1 Invloed op het klimaat.....	173
19.2.2 Invloed op hydrodynamica en sedimentologie.....	174
19.2.3 Invloed op geluid	175
19.2.4 Invloed op risico en veiligheid.....	175
19.2.5 Invloed van schadelijke stoffen.....	176
19.2.6 Invloed op macrobenthos, epibenthos en visgemeenschappen	177
19.2.7 Invloed op zeezoogdieren	178
19.2.8 Invloed op avifauna	178
19.2.9 Invloed op elektromagnetische velden	179
19.2.10 Invloed op andere menselijke activiteiten.....	180

19.2.11 Invloed op zeezicht.....	180
19.2.12 Invloed op cultureel erfgoed.....	181
19.2.13 Grensoverschrijdende effecten	181
19.2.14 Monitoring.....	182
19.3 BESLUIT.....	183
19.3.1 Aanvaardbaarheid.....	183
19.3.2 Aanbevelingen	183
20. REFERENTIES	185

Lijst van afkortingen

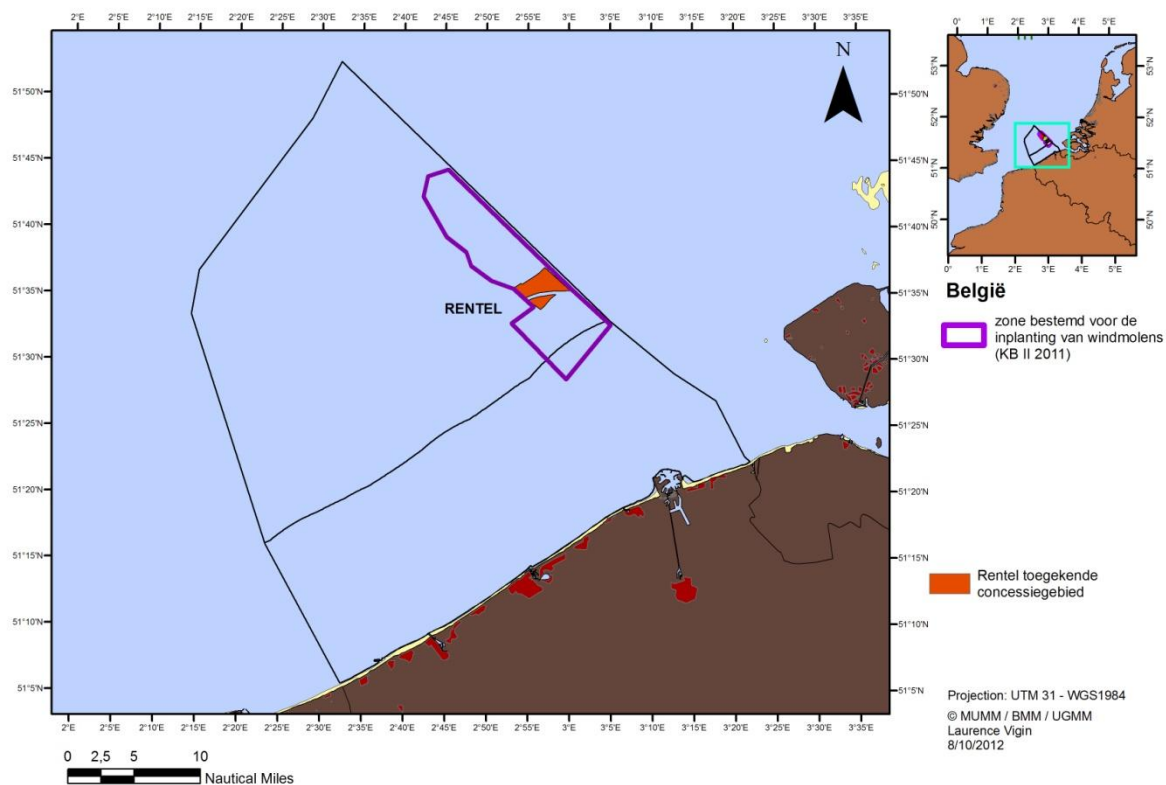
A	Ampere
AC	Wisselstroom
ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler
a.d.h.v.	Aan de hand van
AG	Autonoom gemeentebedrijf
AIS	Automatic identification System
Al	Aluminium
Art.	Artikel
ASCOBANS	Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic and North Seas (1992)
BE	België
Bft	Beaufort
BMM	Koninklijk Belgische Instituut voor Natuurwetenschappen. Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee en Schelde-estuarium
bv.	Bijvoorbeeld
B-veld	Magnetisch veld
CEFAS	Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Sciences
CMACS	Centre for Marine and Coastal Studies
CREG	Commissie voor de Regularisatie van Elektriciteit en Gas
CP	C-Power n.v.
dB/dB(A)	Decibel/decibel (gecorrigeerd voor menselijk oor)
DC	Gelijkstroom
d.m.v.	door middel van
EC	Europese Commissie
EDP	Eldepasco –nu Northwind
EEZ	Exclusieve Economische Zone
e.g.	Exempli gratia
etc.	Et cetera
ETV	Emergency Towing Vessel
E-veld	Elektrisch veld
FOD	Federale Overheid Dienst
g	Gram
GW	Giga watt
GWh	Gigawattuur
HF	high frequency
HFK	gehalogeneerde fluorkoolwaterstoffen
HNS	Hazardous Noxious Substances
Hz	Hertz
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
ICAO	International Civil Aviation Organization
ICES	International Council for the Exploration of the Sea
INBO	Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

i.p.v.	In plaats van
i.v.m.	in verband met
JNCC	Joint Nature Conservation Committee
KB	Koninklijk Besluit
KB MEB	Koninklijk Besluit van 9 september 2003 met betrekking tot de regels betreffende de milieueffectenbeoordeling in toepassing van de wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België
KB VEMA	Koninklijk Besluit KB van 7 september 2003 houdende de procedure tot vergunning en machtiging van bepaalde activiteiten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België
KBIN	Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen
Kg	Kilogram
kHz	Kilohertz
Km	Kilometer
kV	Kilovolt
l	Liter
LCA	Life Cycle Analysis
m	Meter
m ³	Kubieke meter
m/s	meter/seconde
m.a.w.	met andere woorden
MB	Ministerieel Besluit
MCA	Maritime and Coastguard Agency
MD	Mandagen
MDK	Intern verzelfstandigd Agentschap voor Maritieme Dienstverlening en Kust
MEB	Milieueffectenbeoordeling
MER	Milieueffectenrapport
mg	Milligram
MIK	Maritiem Informatie Kruispunt
MMM Wet	Wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu van de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België (Marien Milieu Marin)
MRCC	Maritiem Reddings- en Coördinatiecentrum
MSDS	Material Safety Data Sheets
MW	Mega Watt
NERI	National Environmental Research Institute
n.v.	Naamloze vennootschap
NL	Nederland
nl.	Namelijk
o.a.	onder andere
OBS	Optical back scatter
OHVS	Offshore High Voltage Station
OSPAR	Verdrag inzake de bescherming van het mariene milieu van de noordoostelijke Atlantische Ocean (1992)
OTS	Offshore Transformator Station

Pers.comm.	persoonlijke communicatie
POD	Porpoise Detector
RIKZ	Rijksinstituut voor Kust en Zee
SAR	Search and Rescue
SBZ-H	Speciale Beschermingszone voor natuurbehoud
SBZ-V	Speciale Beschermingszone voor vogels
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SCANS	Small Cetaceans in the European Atlantic and North Sea
SEA	Strategic Evaluation Assessment
SEL	Sound Exposure Level
SF6	Zwavelhexafluoride
SL	Sound Level
SPL	Sound Pressure Level
SPM	Suspended Particulate Matter
SRK	Schelderadarketen
t	Ton
T	Tesla
TAW	Tweede Algemene Waterpassing
t.e.m.	tot en met
t.g.v.	ten gevolge van
t.h.v.	ter hoogte van
t.o.v.	ten opzichte van
V	Volt
VK	Verenigd Koninkrijk
µV/m	microVolt per meter
VTs	Vessel Traffic Services
XLPE	Crosslinked polyethylene
Zn	zink
µm	Micro-meter
µPa	Micro-Pascal
µT	Micro-Tesla

1. Inleiding

De n.v. Rentel diende op 2 juli 2012 bij de Minister bevoegd voor de bescherming van het mariene milieu een aanvraag in tot het verkrijgen van een vergunning en machtiging voor de bouw en exploitatie van een offshore windpark “Rentel” in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België. De aanvraag omvatte een milieu-effectenrapport (MER) en werd simultaan betekend aan de Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee (BMM). De aanvraag heeft betrekking op een offshore windmolenpark, met inbegrip van de bijhorende transformatorplatformen en van alle samenhangende activiteiten op de zuidwest-Schaar, een zone gelegen ten noordwesten van de Thorntonbank en ten zuidoosten van de Lodewijkbank (Figuur 1.1). De aanvraag voor de bouw en machtiging van de bekabeling tussen het park en de Belgische kust zal binnen onafzienbare tijd bij de bevoegde overheid worden ingediend.



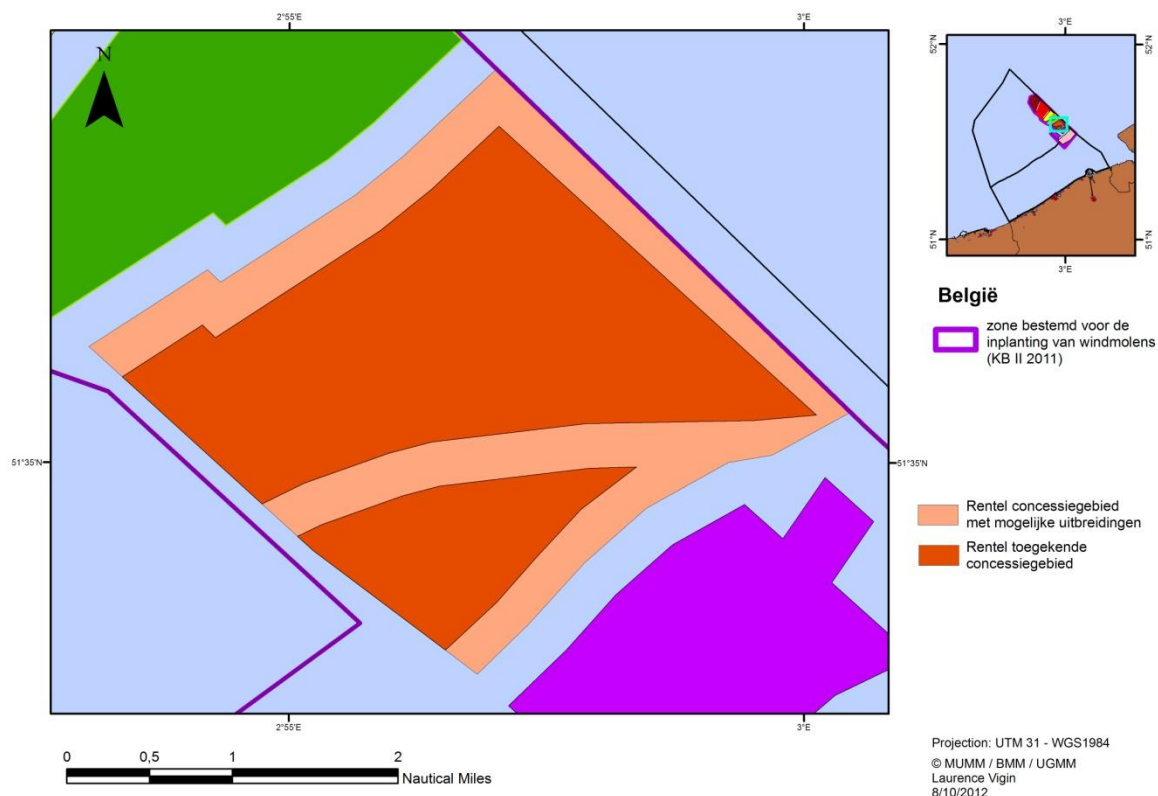
Figuur 1.1 Rentel concessiegebied binnen het Belgisch deel van de Noordzee

Deze vergunning en machtiging zijn vereist krachtens de wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België en zijn een voorwaarde voor de geldigheid van de domeinconcessie afgeleverd bij ministerieel besluit op 4 juni 2009 door de Minister van Energie. In de huidige aanvraag wordt een mogelijke concessieuitbreiding voorgesteld die bestaat uit drie potentiële uitbreidingen van het reeds toegekend concessiegebied (Figuur 1.2):

- Een uitbreiding van de oppervlakte van de concessie met 1,7 km² wordt bekomen door

de veiligheidsmarge rond de niet-operationele Rembrandt 2 telecommunicatiekabel te verkleinen van 250 m tot 50 m;

- Een tweede uitbreiding van de oppervlakte van de concessie met 1,8 km² aan het noordoosten van het concessiegebied door optimale benutting van het beschikbare gebied binnen de Belgische windmolenzone;
- Een derde uitbreiding van de oppervlakte van de concessie met 4,9 km² beoogt een benutting van de bufferzone tussen 2 windparken en voorziet een gedeelde veiligheidsafstand van minimaal 500m i.p.v. 1000m tussen naburige parken.



Figuur 1.2 Rentel concessiegebied en mogelijke uitbreidingen.

Het oorspronkelijke concessiegebied bedraagt 18,5 km², de totale uitgebreide concessie 26,9 km².

Voor de inschatting van de milieueffecten werd in het MER (IMDC, 2012) rekening gehouden met het uitgebreide concessiegebied. In deze milieu-effectenbeoordeling (MEB) wordt rekening gehouden met zowel het oorspronkelijke als het maximaal uitgebreide concessiegebied (als worst case scenario). In het geval er duidelijke verschillen zijn in impact, dan worden beide scenario's apart besproken.

Naast de basisconfiguratie worden er in het MER drie alternatieve configuraties gegeven die alle rekening houden met de aangevraagde uitbreiding. Deze configuraties onderscheiden zich in aantal turbines en individueel vermogen:

Basisconfiguratie: 47 WTG's in het initiële concessiegebied, met rotordiameter (RD) 126 m - individueel vermogen 6,15 MW. Als typevoorbeeld geldt de REpower 6M turbine.

Configuratie 1: 78 WTG's in het uitgebreide concessiegebied, met rotordiameter 120-130 m - individueel vermogen 4-6,5 MW. Als typevoorbeeld geldt de REpower 6M (6,15 MW, 126 m RD).

Configuratie 2: 60 WTG's in het uitgebreide concessiegebied met rotordiameter 140-165 m - individueel vermogen 6,5-7,5 MW. Als typevoorbeeld geldt de Vestas V164-7.0 MW (7 MW, 164 m RD).

Configuratie 3: 55 WTG's in het uitgebreide concessiegebied met rotordiameter 150-160 m - individueel vermogen 7,5-10 MW. Een typevoorbeeld is de Clipper Windpower Britannia C-150 (10 MW, 150 m RD).

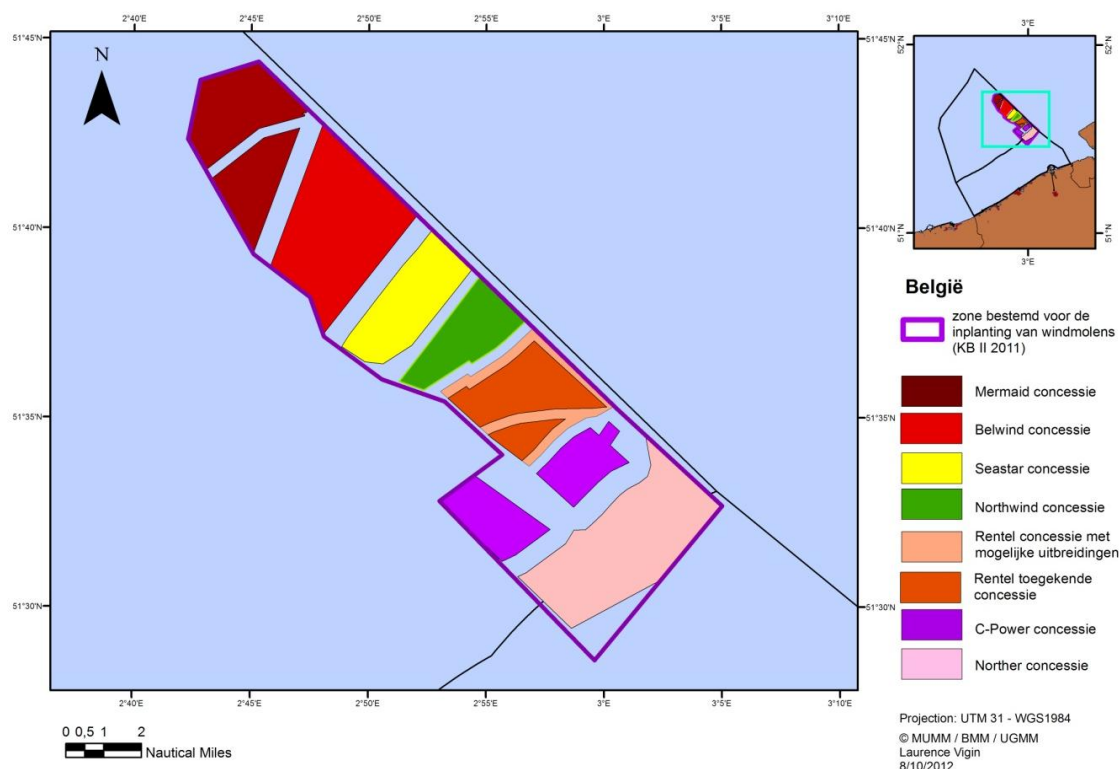
Het windpark zou een jaarlijkse opbrengst van ca. 1000 tot 1.760 GWh genereren, wat overeenkomt met het gemiddelde jaarverbruik van ca. 286.000 tot 550.000 gezinnen. De kortste afstand van het park tot de Belgische kust bedraagt 28,1 km voor de toegekende domeinconcessie en 27,7 km voor de uitgebreide domeinconcessie.

Krachtens de wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België dienen de activiteiten waarvoor de aanvraag werd ingediend het voorwerp uit te maken van een milieueffectenbeoordeling door de bevoegde overheid. Het huidige document geeft de resultaten weer van deze milieueffectenbeoordeling.

Momenteel zijn er zeven offshore windmolenparken waarvoor een domeinconcessie werd afgeleverd, zijnde:

1. het C-Power project op de Thorntonbank (operationeel sinds 2008)
2. het Belwind project op de Bligh Bank (operationeel sinds 2010)
3. het Northwind project (vroeger Eldepasco) op de Lodewijkbank (vroeger Bank zonder Naam)
4. het project Norther gelegen in het uiterste zuiden van de zone voor windenergie
5. het project Mermaid gelegen in het uiterste noorden van de zone voor windenergie
6. het project Seastar gelegen in de zone tussen de Bank zonder Naam en de Bligh Bank
7. voorliggend project Rentel gelegen in de zone tussen de Thorntonbank en de Lodewijkbank

Een overzicht van de locaties wordt gegeven in Figuur 1.3. De concessiegebieden bevinden zich in de zone bepaald in artikel 3 bis van het koninklijk besluit (KB) van 20 december 2000 betreffende de voorwaarden en de procedure voor de toekenning van domeinconcessies voor de bouw en de exploitatie van installaties voor de productie van elektriciteit uit water, stromen of winden, in de zeegebieden waarin België rechtsmacht kan uitoefenen in overeenstemming met het internationale zeerecht, zoals gewijzigd door het KB van 17 mei 2004, 28 september 2008 en 8 februari 2011. De cumulatieve effecten van het Rentel windmolenpark en de andere, reeds vergunde, parken worden in deze MEB, voor zover mogelijk is aan de hand van de beschikbare informatie samen geëvalueerd.



Figuur 1.3 Overzicht van de domeinconcessies voor offshore windmolenparken in het Belgisch deel van de Noordzee (BDNZ).

1.1 Technische beschrijving van het Rentel windmolenpark

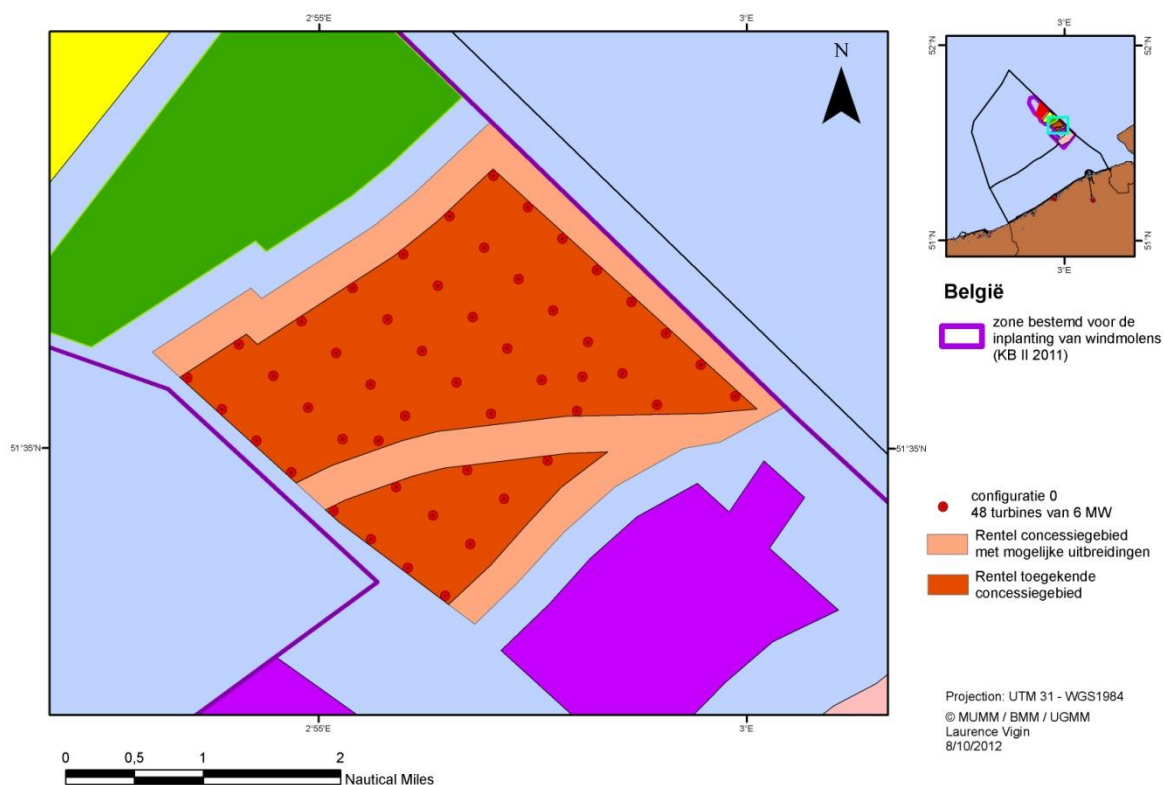
De technische gegevens van de belangrijkste onderdelen van het windmolenpark worden gegeven in tabel 1.1. Voor het opstellen van deze MEB werd gebruik gemaakt van de gegevens uit deze tabel die werd opgesteld met alle beschikbare up-to-date informatie, zijnde: de aanvraag, het MER, het erratum bij de MER en bijkomende informatie bekomen door rechtstreeks contact met de aanvrager.

Tabel 1.1 Overzicht technische kenmerken van het Rentel windmolenpark.

Onderwerp	Omschrijving
Locatie	
Situering	<ul style="list-style-type: none"> • Gelegen op 31 km van de kust; • In de zuidwest-Schaar tussen Thorntonbank (domeinconcessie C-Power) en Lodewijkbank (domeinconcessie Northwind, vroeger Eldepasco) langs de grens met Nederland; • Het projectgebied ligt in de zone afgebakend voor de inplanting van offshore windmolenparken vastgelegd door het KB van 20 december 2000, laatst gewijzigd door het KB van 3 februari 2011.
Oppervlakte concessiegebied	Totale oppervlakte bedraagt ca. 18,5 km ² met een eventuele uitbreiding tot 26,9 km ²
Parkinrichting	<ul style="list-style-type: none"> • Inplanting: basisconfiguratie en drie alternatieve configuraties, • Diepte van de zeebodem ter hoogte van het concessiegebied: -22 tot -38 m TAW; • Te respecteren afstanden tot de Interconnector gasleiding (500 m) en de telecommunicatiekabel Rembrandt 2 (250 m gereduceerd tot 50 m), en de te respecteren bufferzone van 500 m voor naburige windmolenparken.

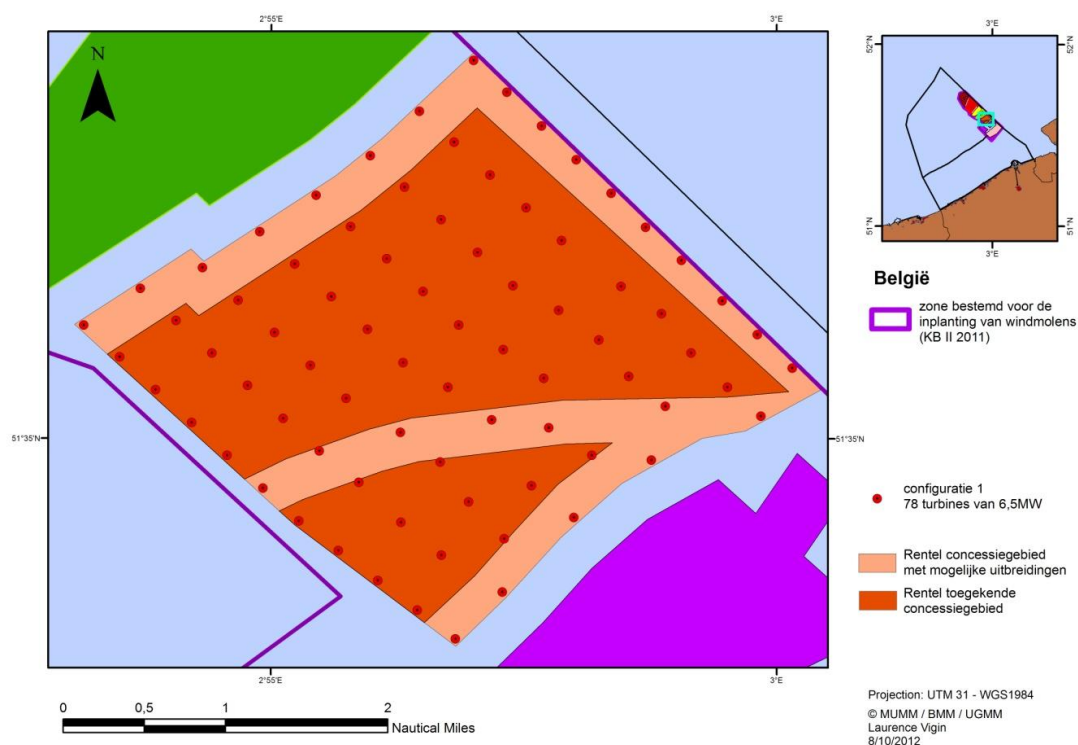
Windturbines	
Implanting	Basisconfiguratie en drie alternatieve configuraties
Type - Vermogen - Rotordiameter	<p>Ca. 4 tot 10 MW per turbine; diverse turbines komen hiervoor in aanmerking. Voor de verschillende configuraties wordt gewerkt met typevoorbeelden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basisconfiguratie: rotordiameter 126 m, individueel vermogen 6,15 MW, overeenstemmend met een totaal geïnstalleerd vermogen van ca. 289 MW. Typevoorbeeld REpower 6M turbine; • Configuratie 1: rotordiameter 120-130 m, individueel vermogen 4-6,15 MW, overeenstemmend met een totaal geïnstalleerd vermogen van ca. 480 MW. Typevoorbeeld REpower 6M turbine; • Configuratie 2: rotordiameter 140-165 m, individueel vermogen 6,5-7,5 MW, overeenstemmend met een totaal geïnstalleerd vermogen van ca. 450 MW. Typevoorbeeld Vestas V164 turbine; • Configuratie 3: rotordiameter 150-160 m, individueel vermogen 7,5-10 MW, overeenstemmend met een totaal geïnstalleerd vermogen van ca. 550 MW. Typevoorbeeld Clipper Windpower Britannia C-150 turbine.
Aantal	<ul style="list-style-type: none"> • Basisconfiguratie: 47 turbines; • Configuratie 1: 78 turbines; • Configuratie 2: 60 turbines; • Configuratie 3 : 55 turbines.
Productie	Ca. 900 tot 1.700 GWh/jaar
Fundering windturbines	
Ofwel monopile	<p>De monopile is een stalen buispaal die in de grond geheid en/of geboord wordt, of via de suction bucket techniek geplaatst wordt. De diepte waarover geheid moet worden om een stabiele fundering te bekomen, hangt af van het bodemprofiel. Rond de paal wordt een erosiebescherming aangebracht, die zowel statisch als dynamisch kan zijn.</p> <p>Dit funderingstype kan gebruikt worden bij de basisconfiguratie en configuratie 1 en 2.</p>
Ofwel jacket	<p>De jacket fundering bestaat uit een vakwerktoren, opgebouwd uit stalen buizen met vier steunpunten. De palen worden ofwel geheid ofwel via de suction bucket techniek aangebracht. Rentel voorziet geen erosiebescherming rondom dit funderingstype.</p> <p>Dit funderingstype kan gebruikt worden bij de basisconfiguratie en configuratie 1, 2 en 3.</p>
Ofwel gravitaire fundering	<p>Een gravitaire fundering bestaat uit een holle betonnen kegel, die overgaat in een smallere sectie, waarop de windturbine gemonteerd wordt. De fundering wordt geprefabriceerd op land en wordt vanaf het schip of ponton neergelaten op de vooraf vlak gemaakte zeebodem. Rond de fundering wordt een erosiebescherming aangebracht.</p> <p>Dit funderingstype kan gebruikt worden bij de basisconfiguratie en configuratie 1, 2 en 3.</p>
Windmeetmast	
Aantal	Principieel niet voorzien in het Rentel park
Fundering hoogspanningsstations en windmeetmast	
Type	<ul style="list-style-type: none"> • Gelijkaardig aan de fundering van de turbines.

Elektrische infrastructuur			
Parkkabels	binnen	het	<ul style="list-style-type: none"> De windturbines worden in groepen van telkens ca. 30 MW of 60 MW verbonden op resp. een 33 of 66 kV parkkabel en aangesloten op een OHVS of rechtstreeks op het alfa-platform van ELIA buiten het concessiegebied (ELIA, 2011); Aanlegdiepte kabels: ca. 1 m in de zeebodem.
Offshore hoogspanningsstation (OHVS transformatorplatform)		of	<ul style="list-style-type: none"> Aantal: maximum 2, afhankelijk van de interarray bekabeling en de externe aansluiting op het nabijgelegen alfa-platform (ELIA, 2011); Step-up transformatoren 33 kV → 150-220 kV of 66 kV → 150-220 kV
Exploitatie			
Besturing windpark	en	bewaking	SCADA-systeem (Supervisory, Control And Data Acquisition) vanuit een controlekamer op het land
Frequentie onderhoud		gepland	1 maal per jaar, exclusief ongepland onderhoud en reparaties
Logistiek windpark	–	toegang naar	Toegang met behulp van onderhoudsschepen of toegang met behulp van helikopters

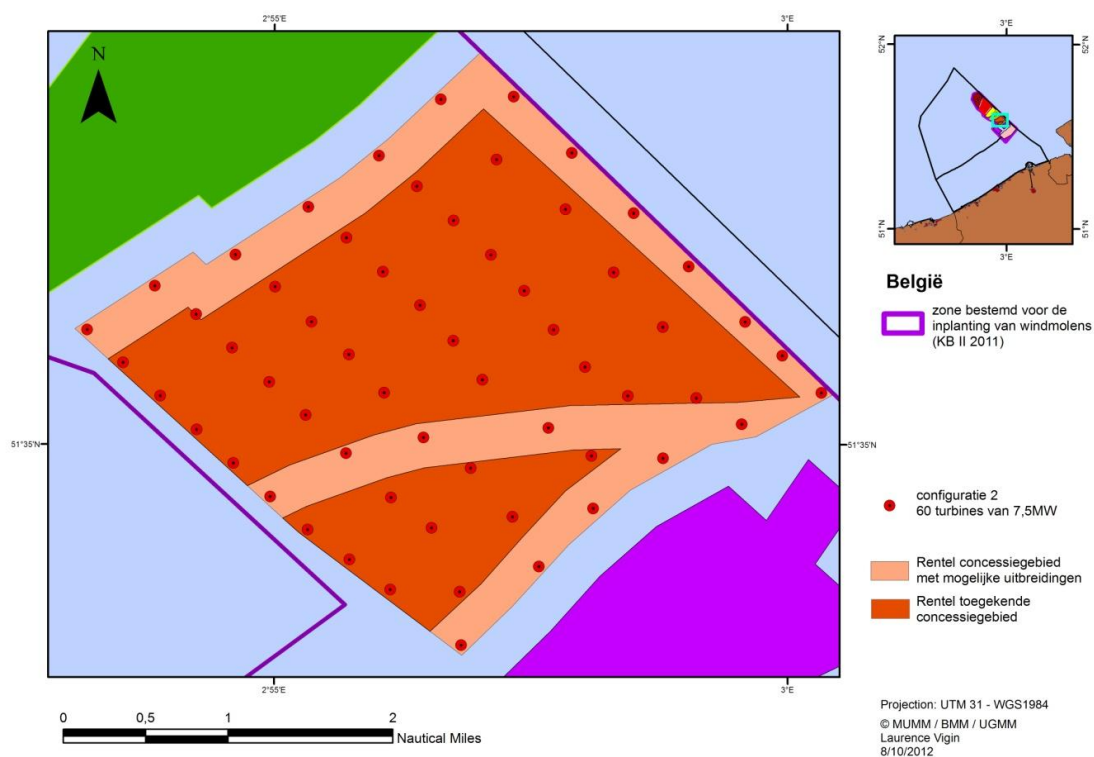


Figuur 1.4 Schematisch overzicht van de basisconfiguratie (originele concessie) – 47 windturbines met rotordiameter van 126 m, met een individueel vermogen van 6,15 MW¹.

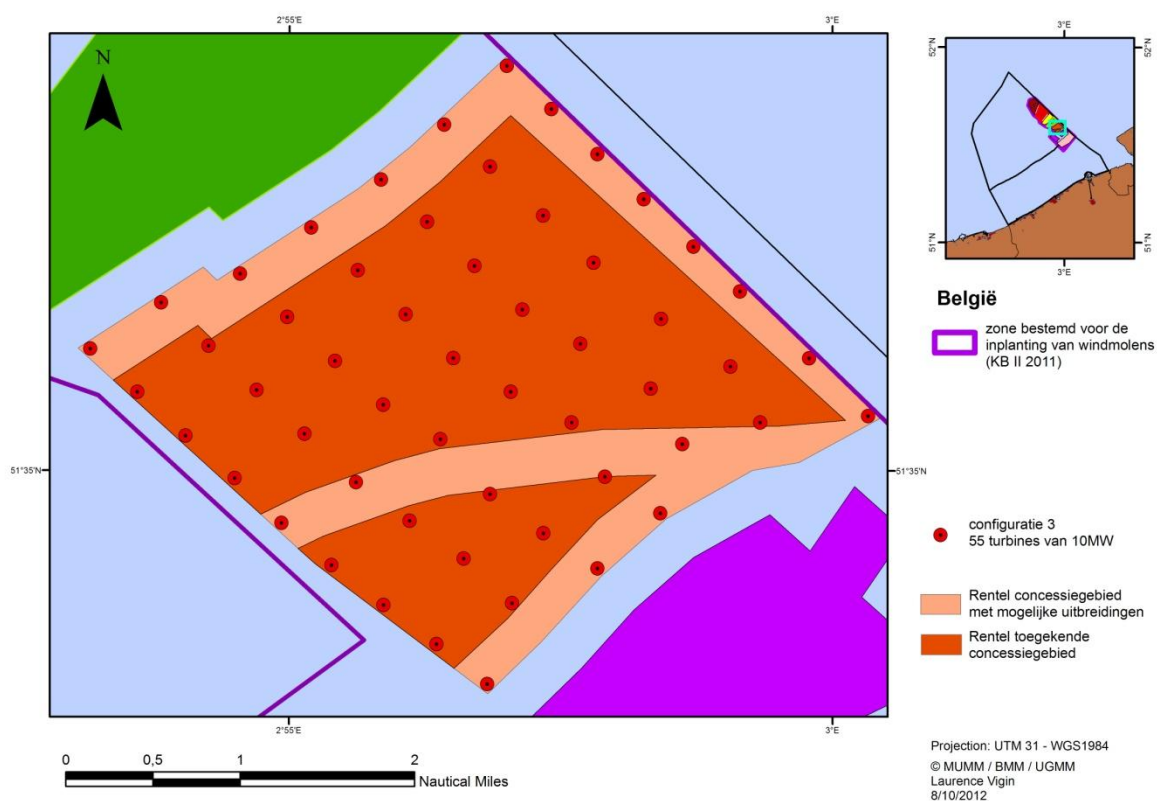
¹ Configuratie met 48 posities opgesteld op basis van de verworven concessie (MB 4 juni 2009)



Figuur 1.5 Schematisch overzicht van configuratie 1 (uitgebreide concessie) – 78 turbines met rotordiameter van 120-130 m, met een individueel vermogen tussen 4 en 6,5 MW.



Figuur 1.6 Schematisch overzicht van configuratie 2 (uitgebreide concessie) – 60 turbines met rotordiameter van 140-165 m, met een individueelvermogen tussen 6,5 en 7,5 MW.



Figuur 1.7 Schematisch overzicht van configuratie 3 (uitgebreide concessie) – 55 turbines met rotordiameter 150-160 m, met een individueel vermogen tussen 7,5 en 10 MW.

2. Statuut en structuur van de aanvrager

2.1 Naam en vennootschapsvorm

De aanvrager is de Naamloze Vennootschap RENTEL.

Rentel NV werd opgericht door:

- De Naamloze Vennootschap Electrawinds offshore, met zetel te 8400 Oostende, John Cordierlaan 9
- De Naamloze Vennootschap Aspiravi offshore, met zetel te 8530 Harelbeke, Vaarnewijkstraat 17
- De Naamloze Vennootschap Dredging Environmental & Marine Engineering, met zetel te 2070 Zwijndrecht, Haven 1025, Scheldedijk 30
- De Naamloze vennootschap Rent a port energy, met zetel te 2000 Antwerpen, Haverstraat 1
- De Naamloze vennootschap Z-kracht, met zetel te 3500 Hasselt, Trichterheidweg 8
- De Naamloze vennootschap Socofe, met zetel te 4000 Luik, Avenue Maurice Destenay 13
- De Naamloze vennootschap S.R.W.I. Environnement, met zetel te 4000 Luik, Avenue Maurice Destenay 13
- De Naamloze vennootschap Power@sea met zetel te 2070 Zwijndrecht, Scheldedijk 30
- De Naamloze vennootschap Otary RS, met zetel te 8400 Oostende, Slijkensesteenweg 2

Het maatschappelijk kapitaal is volledig geplaatst en bedraagt 2.000.000 Euro. Het is vertegenwoordigd door 2.000 aandelen op naam zonder vermelding van waarde die ieder 1/2.000 van het kapitaal vertegenwoordigen.

2.2 Maatschappelijke Zetel

De maatschappelijke zetel van de vennootschap bevindt zich te B -8400 Oostende, Slijkensesteenweg 2.

2.3 De gepubliceerde statuten

De statuten werden neergelegd bij de griffie van de rechtbank van Koophandel te Brugge op 16 december 2011.

2.4 De vertegenwoordigers van de vennootschap

Overeenkomstig de wetgeving werden tot eerste bestuurders van de vennootschap benoemd (waarvoor het mandaat afloopt onmiddellijk na de Algemene vergadering van 2017):

- BVBA Finc Consult met zetel te 3150 haacht, Beekstraat 11, die als vaste vertegenwoordigster

aanduidt: Mevr. Anne Vleminck, wonende te 3150 Haacht, Beekstraat 11

- De heer Rik Van de Walle, wonende te 8530 Harelbeke, Vaarnewijkstraat 14
- De heer Alain Bernard, wonende te 9111 Sint Niklaas, Bosstraat 28
- De heer Marc Stordiau, wonende te 9111 Sint Niklaas, Jef de Pauwstraat 1
- De nv “Nutsbedrijven Houdstermaatschappij”, met zetel te 3500 Hasselt, Trichterheideweg 8, die als vaste vertegenwoordigster aanduidt: de vennootschap onder firma “Geebelen J” met zetel te 3960 Bree, Luytenstrat 3 die als vaste vertegenwoordiger aanduidt: de heer Jo Geebelen, wonende te 3960 Bree, Luytenstraat3
- De nv Socofe, met zetel te 4000 Luik, Avenue Maurice Destenay 13 die als vaste vertegenwoordiger aanduidt: Mevr. Marianne Basecq, wonende te 4280 Hannut, Place de l’église 1
- De nv “Sparaxis” met zetel te 4000 Luik, Avenue Maurice Destenay 13, die als vaste vertegenwoordiger aanduidt: de heer Oliver Vanderijst wonende te 1030 Schaarbeek, Avenue Paul Deschanel 19
- De nv “Power @ Sea” met zetel te 2070 Zwijndrecht, Scheldedijk 30, die als vaste vertegenwoordiger aanduidt; de heer Christian Van Meerbeeck, wonende te 2610 Antwerpen, Pastoor De Konincklaan 45
- De nv “Samanda” met zetel te 4000 Luik, Avenue Maurice Destenay 13, die als vaste vertegenwoordiger aanduidt: Mevr. Karine Fabry, wonende te 5000 Namen, Rue Chateau des Balances 51

De bestuurders kiezen woonplaats in hun respectievelijke zetel of woonplaats.

3. Methodologie

Na ontvangst van het milieu-effectenrapport van het project onderzoeken de verschillende experts van de BMM de onderwerpen met betrekking tot hun expertise. Hierbij wordt gelet op de vermelde gegevens en referenties. Indien nodig worden bijkomende gegevens gevraagd, worden bijkomende studies uitgevoerd en wordt bijkomende literatuur geconsulteerd om alle relevante aspecten van de verwachte milieu-impact te onderzoeken en evalueren. Voor de disciplines die dit vereisen, worden modellen gebruikt om bepaalde voorspellingen te kunnen doen.

Al deze informatie wordt door de experts verwerkt om tot een gefundeerde beoordeling te komen van het project voor wat betreft zijn discipline. De beoordeling houdt ook rekening met de aanleg van de parkkabels en met het cumulatief aanwezig zijn van meerdere windmolenparken en andere activiteiten in de zone.

Op basis van zijn beoordeling bepaalt de expert of het project aanvaardbaar is voor zijn discipline. Zo niet meldt hij de eventuele milderende maatregelen die kunnen genomen worden om de activiteit aanvaardbaar te maken. Indien besloten wordt dat de activiteit aanvaardbaar is, gaat de expert na of er aanbevelingen kunnen gedaan worden of bepaalde voorwaarden dienen opgelegd te worden voor het uitvoeren van de activiteit. De expert stelt indien nodig ook het monitoringsplan op voor de discipline van zijn expertise.

Op basis van de beoordelingen van alle experts wordt een algemeen besluit genomen over de aanvaardbaarheid van het project in zijn geheel (over alle disciplines). Eventuele mitigerende maatregelen worden voorgesteld. De aanbevelingen en voorstellen voor voorwaarden waaraan moet voldaan worden door de vergunninghouder, het cumulatieve aspect en de monitoring worden eveneens voor het geheel van het project onderzocht.

De voorwaarden en aanbevelingen worden per discipline voorgesteld in de desbetreffende hoofdstukken. Indien bij de monitoring van de activiteit een significant negatieve impact vastgesteld wordt op het mariene milieu, kunnen bijkomende mitigerende maatregelen gesteld worden door de minister.

De milieueffectenbeoordeling wordt als document bij het advies gevoegd dat de BMM aan de minister bevoegd voor het mariene milieu verstrekt. De minister zal, mede op basis van dit advies, de vergunning al dan niet toekennen.

Voor het goede verloop van de activiteiten en om de hoogst mogelijke graad van milieubescherming te verzekeren, is het van belang dat al de windmolenparken in de bij KB van 16 mei 2004 afgebakende zone onderworpen worden aan dezelfde regels. In het bijzonder is het van belang dat de monitoring van het milieu en de controle van de activiteit gecoördineerd en optimaal kunnen gebeuren. Hiertoe dienen, *mutatis mutandis*, de algemene, niet project- of sitespecifieke bepalingen van de machtigingen en vergunningen dezelfde te zijn voor alle parken. Bijgevolg is de BMM van oordeel dat de algemene bepalingen van de vergunningen van C-Power, Belwind, Northwind en Norther de artikelen van de

besluiten en de niet-specifieke gebruiksvoorwaarden - opgenomen moeten worden, in voorkomend geval, in de aan Rentel te verlenen machtiging/vergunning.

De uitgevoerde milieueffectenbeoordeling focust op het betrokken concessiegebied en op de meest recente elementen in kennis over de effecten op het milieu in de verschillende disciplines. De in het verleden gemaakte beoordelingen, voorwaarden, aanbevelingen en monitoringsprogramma's worden getoetst aan de nieuwe beschikbare informatie en waar nodig geactualiseerd. Er wordt tevens rekening gehouden met mogelijke cumulatieve effecten.

Eventuele standpunten, opmerkingen en bezwaren ontvangen tijdens de consultatieprocedure worden in een apart document uitgebreid besproken. Indien relevant worden ze meegenomen in deze milieueffectenbeoordeling.

4. Juridische achtergrond

4.1 *Wetgeving Natuur en Milieu*

In het MER wordt een overzicht gegeven van de van toepassing zijnde nationale en internationale wetgeving. Recent werd op internationaal niveau bepaalde wetgeving in voege gesteld en deze wordt hierna besproken in het kader van deze MEB. Ook de recentste nationale wetgeving die van specifiek belang is voor deze MEB wordt hier ter verduidelijking meegegeven.

Marine Strategy Framework Directive (MSFD)

Alhoewel er in de Europese wetgeving reeds verschillende richtlijnen bestaan (EIA/SEA/Natura 2000/WFD/ICZM), bestaat er nog geen wetgeving die alle mariene waters beschermt. De MSFD bepaalt daarom het kader waarin EU lidstaten de nodige maatregelen moeten nemen om een goede milieutoestand te houden of te bereiken tegen ten laatste 2020. De richtlijn reikt de lidstaten een reeks milieukenmerken en antropogene drukken aan die objectief gemeten moeten worden. Dankzij die metingen kunnen er ‘kwaliteitsindicatoren’ voor het ecosysteem uitgewerkt worden. Die indicatoren zijn gebaseerd op een aantal parameters. Voor elke parameter bepalen de lidstaten streefwaarden die door de Europese Commissie worden goedgekeurd. Deze kaderrichtlijn werd omgezet in de Belgische wetgeving met het KB van 23 juni 2010 betreffende de mariene strategie voor de Belgische zeegebieden (BS van 13/07/2010). De richtlijn deelt het ecosysteem op in elf ‘beschrijvende elementen’ die onderling samenhangen. Voor elk van deze beschrijvende elementen (BE) werden specifieke doelstellingen voor een goede milieutoestand vastgelegd. Om de doelstelling te halen, werden evaluatiecriteria en bijhorende indicatoren vastgelegd (Belgische staat, 2012). Wanneer al deze doelstellingen worden gehaald, moet dat ervoor zorgen dat het hele ecosysteem optimaal functioneert.

Voor dit dossier zijn vooral de ‘beschrijvende elementen’ BE1, BE2, BE4, BE6, BE7, BE8 en BE11 met hun evaluatiecriteria van toepassing (de indicatoren kunnen teruggevonden worden in Belgische staat, 2012):

BE1: De biologische diversiteit wordt behouden. De kwaliteit en het voorkomen van habitats en de verspreiding en dichtheid van soorten zijn in overeenstemming met de heersende fysiografische, geografische en klimatologische omstandigheden.

BE2: Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.

BE4: Alle elementen van de mariene voedselketens, voor zover deze bekend zijn, komen voor in normale dichtheden en diversiteit en op niveaus die de dichtheid van de soorten op lange termijn en het behoud van hun volledige voortplantingsvermogen garanderen.

BE6: Integriteit van de zeebodem is zodanig dat de structuur en de functies van de ecosystemen gewaarborgd zijn en dat met name bentische ecosystemen niet onevenredig worden aangetast.

BE7: Permanente wijziging van de hydrografische eigenschappen berokkent de mariene ecosystemen geen schade.

BE8. Concentraties van vervuilende stoffen zijn zodanig dat geen verontreinigingseffecten optreden.

BE11: De toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid, is op een niveau dat het mariene milieu geen schade berokkent.

Tegen juli 2012 werd van de lidstaten verwacht dat ze een beschrijving en beoordeling maakten van de huidige milieutoestand, met inbegrip van de milieu impact van menselijke activiteiten en een socio-economische analyse. Bovendien dienden zij ook de GES te bepalen die ze willen verwezenlijken en milieudoelen met de bijhorende indicatoren vast te leggen. Voor België wordt dit beschreven in Belgische Staat (2012). Tegen juli 2014 worden monitoringsprogramma's verwacht voor alle mariene wateren en vanaf 1 januari 2015 moeten deze operationeel zijn.

Daarnaast worden de mogelijke effecten van de constructie en exploitatie van offshore windparken behandeld in het kader van het OSPAR Verdrag ter bescherming van het noordoostelijke deel van de Atlantische Oceaan (Parijs, 1992).

Habitat –en Vogelrichtlijngebieden in België en Nederland

België

België voerde de Vogel en Habitatrichtlijnen uit met het instellen van verschillende KB's. Een overzicht van deze KB's wordt beschreven in het MER. Als leidraad voor deze MEB wordt hierna een overzicht van de verschillende ingestelde zone's gegeven.

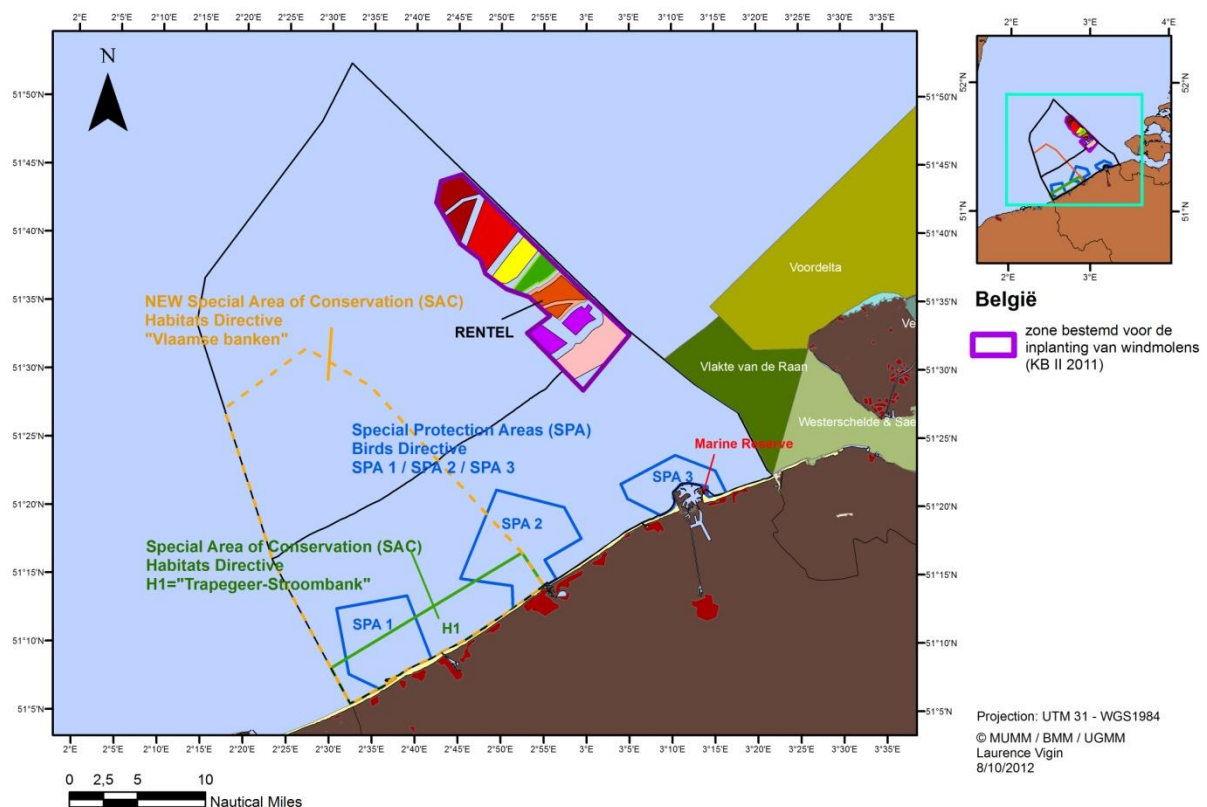
- 3 zones aangeduid als speciale beschermingszones (KB van 14 oktober 2005):
 - een zone rond de haven van Nieuwpoort (SPA1);
 - een zone rond de haven van Oostende (SPA2);
 - een zone rond de haven van Zeebrugge (SPA3)
- 3 zones aangeduid als speciale zone voor natuurbehoud (SBZ-H):
 - een zone genaamd "Trapegeer Stroombank"(KB van 14 oktober 2005), zich uitstrekkende van Oostende tot de grens met Frankrijk, van de laagwaterlijn tot drie mijl in zee (H1);
 - een zone genaamd "Vlakte van de Raan", op en rond de gelijknamige zandbank. Bij arrest nr. 179.254 van 1 februari 2008 heeft de Raad van State artikel 8, 2°, van het koninklijk besluit van 14 oktober 2005 tot instelling van speciale beschermingszones en speciale zones voor natuurbehoud in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België, vernietigd (BS 25/04/2008). Het artikel 8, 2°, heeft betrekking op de Vlakte van de Raan". Bijgevolg is de Vlakte van de Raan niet meer aangeduid als SBZ-H.
 - Een uitbreiding van het Trapegeer - Stroombank habitatgebied in de Belgische Noordzee werd in juni 2010 aangemeld bij de Europese Commissie die het gebied "Vlaamse banken" in 2011 op haar lijst van "Gebieden van Communautair Belang"

plaatste: sindsdien is het gebied onderworpen aan de bepalingen van de Habitatrichtlijn. Het KB van 16 oktober 2012 wijzigt het KB van 14 oktober 2005 tot instelling van speciale beschermingszone en speciale zones voor natuurbehoud en officialiseert de uitbreiding van het Trapegeer-Stroombank habitatgebied.

- 1 gericht marien reservaat (marine reserve) aangeduid, met name een zone aansluitend aan het Vlaamse natuurreservaat “Baai van Heist” (KB van 5 maart 2006).

Een overzicht van deze zones wordt weergegeven in Figuur 4.1.

De in 2004 aangeduide windmolenzone en meer in het bijzonder de originele concessie van Rentel, ligt op minimum 24,5 km afstand van het Vlaamse banken habitatgebied (zowel voor de originele als de uitgebreide concessie). Voor zover relevant, rekening houdend met de ruimtelijk beperkte aard van de meeste effecten, zal in deze MEB rekening gehouden worden met de bepalingen van de Habitatrichtlijn en de Vogelrichtlijn voor de beschermde gebieden in België.

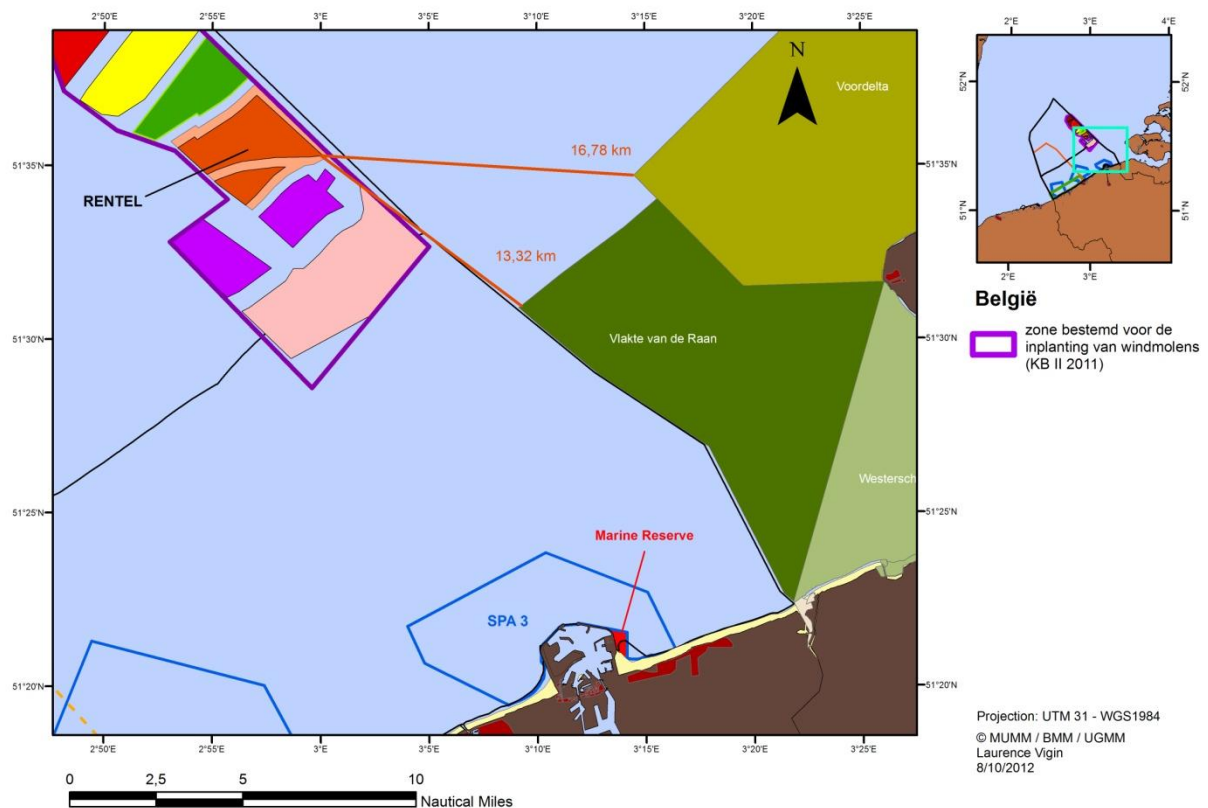


Figuur 4.1 Overzicht van de Belgische beschermde gebieden.

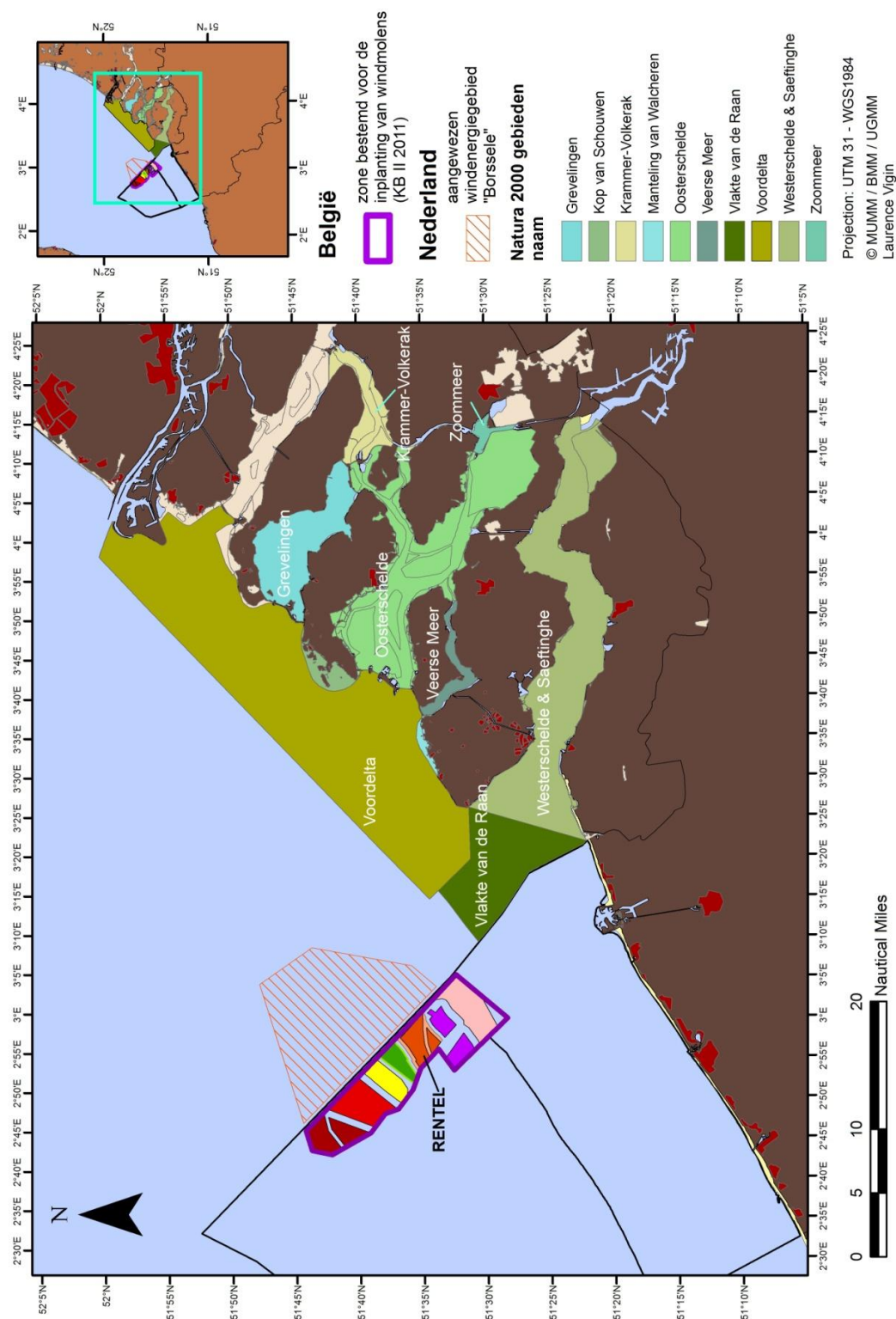
Nederland

De Rentel concessie ligt op een afstand van 13,3 km tot de Vlakte van de Raan' en 16,8 km van tot de Voordelta (Figuur 4.2) en bijgevolg zal rekening gehouden worden met de bepalingen van de Habitatrichtlijn en de Vogelrichtlijn voor deze gebieden. Dit gebeurt door een passende beoordeling op te stellen alvorens over te gaan tot beslissingen over het al dan niet toekennen van de activiteit.

Deze passende beoordeling houdt rekening met de instandhoudingsdoelstellingen (i.f.v. de soorten en habitats waarvoor de site werd aangeduid) die voor het gebied werden opgesteld. De milieueffectenbeoordeling gekoppeld aan de bij de KB's van 2003 voorziene vergunningsprocedure voor mariene activiteiten houdt inspraakmogelijkheden in en wordt samen met de instandhoudingsdoelstellingen voor de Vlakte van de Raan door de Federale overheid beschouwd als een passende beoordeling die tegemoet komt aan de vereisten van de Habitatrichtlijn, artikel 6. Een overzicht van de Nederlandse Natura 2000 zones die zich binnen de mogelijke beïnvloedingszone van het voorgestelde Rentel windmolenpark bevinden wordt weergegeven in Figuur 4.3. De mogelijke effecten van het Rentel windmolenpark op de Nederlandse Natura 2000 gebieden worden besproken in hoofdstuk 18 van deze MEB.



Figuur 4.2 Minimumafstanden van het Rentel park tot de Nederlandse Natura 2000 gebieden Vlakte van de Raan en Voordelta.



Figuur 4.3 Overzicht van de Nederlandse beschermde gebieden binnen de mogelijke beïnvloedingszone van het Rentel windmolenpark. Naast het Rentel windmolenpark worden ook de zes andere Belgische concessies aangeduid, net als het Nederlandse windenergiegebied Borssele (gearceerd).

EU Guidance document

In maart 2010 heeft de EU een “Guidance document on wind energy developments and Natura 2000” uitgebracht. Dit document legt uit hoe te verzekeren dat nieuwe windenergieprojecten compatibel zijn met de Vogel- en Habitatrichtlijn. Artikel 6(3) en 6(4) van de Habitatrichtlijn bepalen de te volgen procedure bij het plannen van nieuwe ontwikkelingen die een Natura 2000 site kunnen beïnvloeden. Dit geldt niet enkel voor ontwikkelingen in die gebieden zelf, maar ook voor deze ontwikkelingen die buiten het Natura 2000 gebied liggen en een invloed zouden kunnen hebben op een nabijgelegen Natura 2000 gebied.

Soorten

In verband met de planten en dieren uit Annex IV van de Habitatrichtlijn, zijn de verplichtingen van Artikel 12, lid 1 tot 3 van de Habitatrichtlijn omgezet in nationale wetgeving in **het KB van 21 december 2001** betreffende de soortenbescherming in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België. Door dit KB worden een aantal diersoorten, waaronder alle zeezoogdieren, strikt beschermd. Onder meer het vangen, verwonden, doden, vervoeren, en opzettelijk verstoren van zeezoogdieren is verboden. Er wordt in deze MEB bijzondere aandacht aan deze soorten gegeven.

4.2 Andere wetgeving

Een overzicht van de niet natuur en milieu gerelateerde wetgeving wordt gegeven in het MER. Enkel recente wijzigingen of wetgeving die het lezen van deze MEB vergemakkelijken worden hierna gegeven.

Mariene ruimtelijke planning

De wet van 20 juli 2012 wijzigt de wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België. Concreet werden aan de wet de bepalingen bijgevoegd die het mogelijk maken om een mariene ruimtelijke planning te kunnen invoeren in de Belgische zeegebieden.

Zand- en grindwinnig

Op 2 februari 2012 heeft de Vlaamse overheid, met name het agentschap Maritieme Dienstverlening en Kust (MDK), alsook DEME en NHV een aanvraag ingediend voor zandwinning binnen sector 4 (in deelsectoren 4a, 4b, 4c en 4d). De concessievergunning werd afgeleverd bij MB van 24 juli 2012 (BS 09/08/12). Samen met de eerdere aanvragen wordt er voor de komende 10 jaar een te ontginnen volume van 25 000 000 m³ vergund in sector 4.

Windmolenzone

In overeenstemming met het internationaal zeerecht duidt het KB van 17 mei 2004 een zone in de Belgische zeegebieden aan voor de bouw en exploitatie van installaties voor de productie van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen. Dit KB werd gewijzigd door het KB van 28/9/2008 en 3/2/2011. De eerste wijziging (2008) voorziet in een verschuiving van bevoegdheden voor het adviseren van de minister van Economie en dit m.b.t. concessiedossiers. Waar die bevoegdheid tot nu toe lag bij de CREG, wordt dit door de wijziging gelegd bij de afgevaardigde van de minister van Economie. Dit geldt voor alle toekomstige aan te wijzen concessies. De laatste wijziging (2011) heeft

betrekking tot de aanpassing van de zone aan de meest noordelijke en zuidelijke zijde. De aanpassing werden ingegeven na overleg binnen de kustwachtpartners over de scheepvaart in de omgeving van de windmolenzone. Door deze aanpassing werd een veiliger scheepvaartverkeer beoogd.

Veiligheidsafstanden

Het KB van 11 april 2012 (BS 1 juni 2012) tot instelling van een veiligheidszone rond de kunstmatige eilanden, installaties en inrichtingen voor de opwekking van energie uit het water, de stromen en de winden in de zeegebieden onder Belgische rechtsbevoegdheid stelt tijdens de exploitatiefase een veiligheidszone in van 500 m rondom kunstmatige eilanden, installaties of inrichtingen voor de opwekking van energie uit het water, de stromen en de winden, gemeten vanaf elk punt van de buitengrens ervan.

Milieuvergunningen

Bij ministerieel besluit van 14 april 2004 werd aan de n.v. C-Power een machtiging verleend voor de bouw en een vergunning voor de exploitatie van een windmolenpark van 60 windturbines, met een nominaal vermogen van 3,6 MW per windturbine, inclusief de kabels, voor de productie van elektriciteit uit wind op de Thorntonbank in de Belgische Zeegebieden. Dit besluit werd gewijzigd met de ministeriële besluiten van 10 mei 2006 en van 25 april 2008. Naar alle drie besluiten samen wordt verwezen als “het MB CP” of “de vergunning C-Power”. Op datum van deze MEB (nov 2012) zijn fase 1 en 2 van het C-Power windmolenpark afgewerkt met 36 operationele windturbines (5-6,15 MW) de resterende 18 windturbines van fase 3 (6,15 MW) worden afgewerkt in 2013.

Bij ministerieel besluit van 20 februari 2008 werd aan de n.v. Belwind een machtiging verleend voor de bouw en een vergunning voor de exploitatie van een windmolenpark voor de productie van elektriciteit uit wind op de Bligh Bank in de Belgische Zeegebieden. Op datum van deze MEB (december 2012) zijn de 55 windturbines van de eerste fase volledig operationeel.

Bij ministerieel besluit van 19 november 2009 werd aan de n.v. Northwind (vroeger Eldepasco) een machtiging verleend voor de bouw en een vergunning voor de exploitatie van een windmolenpark voor de productie van elektriciteit uit wind op de Lodewijkbank (vroeger Bank zonder Naam) in de Belgische Zeegebieden. Op datum van deze MEB (december 2012) zijn de werken op zee voorzien om te starten in 2013.

Bij ministerieel besluit van 18 januari 2012 werd aan de n.v. Norther een machtiging verleend voor de bouw en een vergunning voor de exploitatie van een windmolenpark voor de productie van elektriciteit uit wind ten zuidoosten van de Thorntonbank in de Belgische Zeegebieden. Op datum van deze MEB (december 2012) zijn de werken op zee in voorbereiding maar nog niet gestart. Op 18 september 2012 heeft Norther nv haar aanvraag voor een concessieuitbreiding ingetrokken. Bij ministerieel besluit van 19 oktober 2012 werd het ministerieel besluit van 18/1/12 gewijzigd aan de intrekking van de concessieuitbreiding.

Domeinconcessies

Bij ministerieel besluit van 24 maart 2010 werd een domeinconcessie aan de tijdelijke handelsvennootschap SEASTAR toegekend voor de bouw en de exploitatie van installaties voor de

productie van electriciteit uit wind in de zeegebieden gelegen tussen de Lodewijkbank (Bank zonder Naam) en de Bligh Bank. Dit MB werd op 3/2/2011 geschorst door de Raad van State en definitief ingetrokken door het MB van 6 april 2011. Bij MB van 1 juni 2012 werd een nieuwe domeinconcessie afgeleverd aan de tijdelijke handelsvennootschap SEASTAR.

Bij ministerieel besluit van 20 juli 2012 werd een domeinconcessie aan de tijdelijke handelsvennootschap MERMAID toegekend voor de bouw en de exploitatie van installaties voor de productie van electriciteit uit wind in de zeegebieden gelegen ten noorden van de Bligh Bank.

Maricultuur

Bij ministerieel besluit van 19 oktober 2012 werd het ministerieel besluit van 7 oktober 2005 houdende verlening aan de AG Haven Oostende van een vergunning voor de productie van tweekleppige weekdieren door middel van hangstructuren in de zones Z1, Z2, Z3 en Z4 in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België, geschorst tot 31 oktober 2014.

4.3 Besluit

De aanvraag van Rentel n.v. wordt behandeld in het kader van een compleet en gepast federaal rechtstelsel dat rekening houdt met de Europese regelgeving inzake natuurbehoud. De concessie ligt op een afstand van 13,3 km van het dichtste Nederlandse Natura 2000 gebied en op ~24 km van het dichtste Belgische SBZ-V gebied. De BMM concludeert dat er *a-priori* geen juridische (in de vorm van een bindend verhoogde milieubescherming) en geen beleidsmatige (in de vorm van een structuurplan of een visie van mariene ruimtelijke ordening) beperkingen zijn voor de installatie van het park op de gekozen locatie.

5. Klimaat en atmosfeer

- De effecten van het windmolenpark op het lokale windregime zijn significant, maar hoofdzakelijk beperkt tot het concessiegebied en de onmiddellijke omgeving ervan.
- De invloed van het voorgesteld windmolenpark op het globale klimaat is minimaal, maar de realisatie ervan zou een significante bijdrage leveren tot de reductiedoelstellingen van België in het kader van het Kyoto-protocol en de NEC-richtlijn.
- De voornaamste negatieve effecten op de atmosfeer situeren zich tijdens de constructie van de onderdelen en de bouwfase.
- Doorgedreven hergebruik van grondstoffen tijdens de onmantelingsfase zorgt er voor dat windenergie een ecologische levenscyclus heeft in vergelijking met andere elektriciteit opwekkende technologieën.
- Globaal genomen kan men verwachten dat het project een algemeen gunstig effect zal hebben op de atmosfeer en de klimatologische factoren die relevant zijn voor deze milieueffecten-beoordeling.
- Het Rentel project is voor wat betreft de effecten op klimaat en atmosfeer aanvaardbaar voor zowel de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen. Het effect op de atmosfeer is waarschijnlijk het minst gunstig indien gebruik gemaakt wordt van grote aantallen betonnen gravitaire funderingen en het meest gunstig met een maximaal geïnstalleerd vermogen op stalen jacket-funderingen (configuratie 3).

5.1 Inleiding

De opwarming van het wereldwijde klimaat is een feit, zoals blijkt uit de wereldwijde toename van de luchttemperatuur, alsook de opwarming van de oceanen, de wereldwijde afname van sneeuw en ijs en de stijging van het gemiddelde zeeniveau (IPCC, 2007). Tijdens de klimaatconferentie in Kyoto werd beslist om maatregelen te nemen om wereldwijd de emissie van broeikasgassen terug te dringen teneinde de effecten van antropogene klimaatsveranderingen te beperken. In navolging van dit protocol moeten de industrielanden de uitstoot van CO₂-equivalenten² tussen 2008 en 2012 met 5,2% verminderen. De EU-lidstaten besloten om hierin nog verder te gaan en willen een daling van 8%. Hierbij krijgt elke lidstaat een doelstelling afhankelijk van de huidige emissie en de economische kracht. België kreeg een emissie reductiedoelstelling van 7,5% t.o.v. 1990. De totale uitstoot van broeikasgassen in België in het jaar 2009 (de laatste beschikbare gegevens) bedroeg 124,4 miljoen ton CO₂-equivalenten (FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de voedselketen en leefmilieu) of een daling met 8,3% in vergelijking met 1990. Bijkomende inspanning blijven echter noodzakelijk aangezien de EU beslist heeft om tegen 2020 (post-2012 actie) de emissies met minstens 20 % te verminderen t.o.v. het niveau van 1990 (European Commission, 2008). Ook de uitstoot van algemene luchtverontreinigende componenten CO, SO₂, en PM₁₀ dient beperkt te worden, dit in het kader van de NEC-richtlijn (2001/81/EG)³.

² CO₂-equivalenten bestaan naast CO₂ uit zes andere broeikasgassen: CH₄, N₂O, NO_x, CO, HFK en SF₆.

³ Europese Richtlijn inzake nationale emissieplafonds voor bepaalde luchtverontreinigende stoffen van 23 oktober 2001.

Het Europese energiebeleid is gebaseerd op twee doelstellingen om de milieudruk te verminderen. Naast een reductie van de CO₂-uitstoot moet ook het aandeel energie geproduceerd uit hernieuwbare bronnen stijgen. In 2001 werd de Europese richtlijn 2001/77/EG betreffende de bevordering van elektriciteitsopwekking uit hernieuwbare energiebronnen op de interne elektriciteitsmarkt uitgevaardigd. Deze richtlijn legt iedere lidstaat een indicatief streefcijfer op voor de bijdrage van hernieuwbare energiebronnen in de totale elektriciteitsconsumptie. Voor België was 6% het streefcijfer dat in 2010 bereikt moest worden. Uit het nationaal actieplan voor hernieuwbare energie blijkt echter dat hernieuwbare energiebronnen in 2010 in slechts 3,8% van de totale elektriciteitsconsumptie voorzagen (CONCERE-ENOVER, 2010). Ondertussen heeft de EU zich geëngageerd om tegen 2020, 20 % van de elektriciteitsconsumptie op te wekken uit hernieuwbare energiebronnen (streefcijfer voor België: 13%).

Windenergie kan, indien op een verantwoorde manier wordt omgegaan met het ecosysteem, een duurzame, hernieuwbare energiebron zijn die op termijn de conventionele energiebronnen gedeeltelijk kan vervangen. Het koninklijk besluit van 17 mei 2004⁴ voorziet een mariene zone in de EEZ van België in de Noordzee voor de productie van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen. Momenteel zijn er in België reeds twee offshore windturbineparken die elektriciteit leveren aan het net (C-Power en Belwind). Een derde park, Northwind, is volledig vergund en de constructie hiervan wordt gestart in 2013. Op 18 januari 2012 ontving de NV Norther een machtiging voor de bouw en vergunning voor de exploitatie van een vierde windmolenpark.

Voorliggend project is het vijfde windmolenpark waar een machtiging en vergunning voor wordt aangevraagd. Het totale vermogen van dit park zal tussen de 289 MW (47 turbines van 6,15 MW) en 550 MW (55 turbines van 10 MW) bedragen. Dit resulteert in een netto elektriciteitsproductie van 900-1700 GWh/jaar. Dit komt overeen met 1,03-1,95% van de netto Belgische elektriciteitsproductie (87.046 GWh/jaar in 2009 - eurostat, 2010) of 0,82-1,55% van het nationale streefcijfer voor elektriciteitsverbruik in 2020 (110.000 GWh/jaar – CONCERE-ENOVER, 2010).

5.2 Te verwachten effecten

5.2.1 Invloed op het klimaat

5.2.1.1 Lokaal windklimaat

Op lokale schaal zal het windregime in de concessie beïnvloed worden door de aanwezigheid van de turbines. Enerzijds komt dit door het feit dat de turbines zelf een obstakel vorm voor de wind. Anderzijds gaan de windturbines energie onttrekken aan de wind, hetgeen een turbulente zogstroming met lagere windsnelheden veroorzaakt achter de rotor. Deze zogeffecten (parkeffect) zullen de lay-out van het park bepalen omdat de ontwikkelaar rekening moet houden met het productieverlies (lagere windsnelheden) en de vermoeidheidsbelasting van de turbines (turbulentie) (Mathys *et al.*, 2009).

⁴ Het koninklijk besluit van 17 mei 2004 tot wijziging van het koninklijk besluit van 20 december 2000 betreffende de voorwaarden en de procedure voor de toekenning van domeinconcessies voor de bouw en de exploitatie van installaties voor de productie van elektriciteit uit water, stromen of winden, in de zeegebieden waarin België rechtsmacht kan uitoefenen in overeenstemming met het internationale zeerecht.

Nielsen (2003) berekende dat een optimale efficiëntie bekomen werd met een tussenafstand van 8 tot 9 rotordiameters (minimum afstand tussen twee rijen turbines volgens de dominante windrichting). De configuraties voorgesteld in het MER resulteren in een (globale) tussenafstand van 5,5 tot 8 rotordiameters in de overheersende windrichting (IMDC, 2012). In het geval van een tussenafstand van 5 rotordiameters kan men een gemiddeld verlies van ca. 22% verwachten dat merkbaar blijft tot meer dan 3 km achter de turbine (Arcadis, 2011). Om het verlies in windsnelheid achter een windmolenpark te beperken tot 0,5 m/s dient een tussenafstand van 10 tot 30 km in de overheersende windrichting (hier WZW) in acht genomen te worden tussen de parken (Brand, 2009).

5.2.1.2 Globaal klimaat

De realisatie van het windmolenpark Rentel beoogt een positieve bijdrage te leveren aan de reductie van de uitstoot van CO₂ onder de vorm van ‘vermeden emissies’⁵. Dit windmolenpark zal slechts minimaal bijdragen tot het reduceren van de uitstoot van broeikasgassen op wereldschaal, maar zal wel een meetbare bijdrage leveren op Belgisch vlak. In de evaluatie van de effecten van dit offshore windturbinepark op het klimaat, werd er met behulp van een Life Cycle Analysis (LCA) een afweging gemaakt tussen de emissies geproduceerd tijdens de bouw van het park en van alle elementen die er deel van uitmaken en de vermeden emissies tijdens de exploitatiefase. Op basis van een LCA van een Vestas V90-3,0 MW turbine (Vestas, 2005 – update 2006) werd in het MER een extrapolatie uitgevoerd (o.a. rekening houdend met de grotere afstand tot de kust, de diepte ter plekke en de omvang van de turbines) waaruit blijkt dat de Rentel windturbines hun eigen energie-input ca. 23,6-38,2 keer kunnen opleveren. Dit resulteert in een energierugverdiëntijd van 6 tot 10 maanden. De werkelijk gerealiseerde energierugverdiëntijd zal sterk afhankelijk zijn van de gekozen types turbines fundering en installatietechnieken (zie bv. Properzi *et al.*, 2002 en Martínez *et al.*, 2010), maar zal voor monopile, jacket en suction bucket-funderingen waarschijnlijk binnen de bovenstaande range vallen. Voor het Rentel project resulteert dit in vermeden emissies van ~643.000 tot ~1.215.000 ton CO₂ per jaar (t.o.v. klassieke elektriciteitsproductie). Het is onduidelijk wat de energierugverdiëntijd en vermeden emissies zullen zijn in het geval voor een betonnen GBF gekozen wordt. De productie van 1 ton cement omvat nl. de productie van 0,75 ton CO₂ equivalenten en voor de zes GBFs van de eerste fase van het C-Power project werd gemiddeld 490 ton cement per fundering gebruikt (Peire *et al.*, 2009). Daarenboven vereist de installatie van GBF funderingen veel meer zandverplaatsingen en baggerwerken dan deze van stalen funderingen. In alle mogelijke scenario's doen de belangrijkste energiekosten zich voor tijdens productiefase. Deze omvat het winnen van de grondstoffen tot en met de productie van de onderdelen en beslaat ongeveer 150% van de totale energieconsumptie. Dit wordt echter deel gecompenseerd tijdens de ontmantelingsfase, waarbij doorgedreven recyclage een energiewinst van ~60% oplevert (Vestas, 2006; Martinez *et al.*, 2009).

5.2.2 Invloed op de atmosfeer

Het aantal transportbewegingen tijdens de constructiefase van het windmolenpark varieert tussen 134 (basisconfiguratie met jacket-fundering) en 332 (configuratie 1 met GBF) (IMDC, 2012). Tijdens de exploitatiefase zullen er jaarlijks transportbewegingen zijn voor onderhoud en inspectie van het

⁵ De hoeveelheden CO₂, SO₂ en NO_x die minder uitgestoten worden omdat windenergie per GWh minder emissies van deze stoffen veroorzaakt dan de klassieke elektriciteitsproductie

windmolenpark. Het aantal transportbewegingen zal tijdens de afbraakfase lager liggen dan tijdens de constructiefase. Daarenboven zullen niet werfgebonden schepen tijdens de hele periode van ontwikkeling, exploitatie en afbraak van het windmolenpark moeten omvaren door het afsluiten van de Belgische windmolenconcessiezone voor de scheepvaart. In de studie van MARIN (2011b) werd een toename van het totaal aantal afgelegde scheepsmijlen als gevolg van de veranderde routes op de Belgische Noordzee op minder dan 500 NM (926 km) per jaar becijferd. De impact van het werfverkeer en de door omvaart veroorzaakte verhoogde emissies vertegenwoordigen slechts een minimale toename ten opzichte van de huidige jaarlijkse uitstoot in de Noordzee ($< 0,1\%$) (IMDC, 2012 op basis van berekeningen in MARIN, 2011b).

Op basis van de LCA van Vestas (zie hierboven) werd er in het MER een inschatting gemaakt van de atmosferische emissies voor CO_2 , SO_2 en NO_x per turbine. Rekening houdend met 47 tot 78 turbines, een levensduur van 20 jaar en een nettoproductie van 900 tot 1.700 GWh/jaar kwam men tot volgende resultaten:

Tabel 5.1 Vermeden emissies als gevolg van de exploitatie van het Rentel windpark (bron: IMDC, 2012). Emissiefactoren voor klassieke thermische electriciteitsproductie en de gecombineerde klassieke en nucleaire productie werden berekend op basis van gegevens van de VMM. SO_2 en NO_x : Inclusief de geschatte emissies geproduceerd door de omvaart van de scheepvaart rond de windmolenzone.

		Geproduceerde emissies		Vermeden emissies		Emissiebalans	
		Rentel project		(klassieke productie)			
		900 GWh	1.700GWh	900 GWh	1.700 GWh	900 GWh	1.700 GWh
CO_2 ,	ton/jaar	4.725	8.925	648.000	1.224.000	-643.275	-1.215.075
SO_2	ton/jaar	25	43	641	1.210	-616	-1.167
NO_x	ton/jaar	25	42	655	1.238	-630	-1.196

		Geproduceerde emissies		Vermeden emissies		Emissiebalans	
		Rentel project		(klassieke en nucleaire productie)			
		900 GWh	1.700GWh	900 GWh	1.700 GWh	900 GWh	1.700 GWh
CO_2 ,	ton/jaar	4.725	8.925	352.800	666.400	-348.075	-657.475
SO_2	ton/jaar	25	43	349	660	-324	-617
NO_x	ton/jaar	25	42	357	675	-332	-633

Op basis van bovenstaande tabel kan men besluiten dat de elektriciteitsproductie door het windpark ter vervanging van zowel klassieke als gecombineerde energieproductie aanleiding kan geven tot een positief effect op de luchtkwaliteit aan land en een reductie van het broeikaseffect en de zure depositie. De vermeden emissies zijn beduidend minder indien men rekening houdt met het aandeel van ~50% nucleaire energie in de Belgische productie (Eurostat, 2010). De realisatie van het windpark zal desondanks leiden tot het afremmen van de stijgende emissies van broeikasgassen en luchtverontreinigende componenten. Deze vermeden emissies van broeikasgassen en verontreinigende stoffen zijn niet onbelangrijk in het kader van de Belgische en Europese reductiedoelstellingen.

5.3 *Besluit*

5.3.1 Aanvaardbaarheid

Het valt niet te verwachten dat de productie van de windturbines en de bouw en exploitatie van dit park een negatieve invloed zullen hebben op de lokale luchtkwaliteit.

Indien de geproduceerde energie door het Rentel project aanleiding zou geven tot een equivalente vermindering van geproduceerde energie d.m.v. klassieke thermische productie dan zou dit leiden tot een positief effect op de luchtkwaliteit. In de realiteit valt het te verwachten dat de hernieuwbare energie geproduceerd door de verschillende offshore windmolenparken de uitstoot niet zullen vermijden, maar dat er een vertraging van de groei van de emissie van broeikasgassen kan worden bekomen. Op wereldschaal is dit positieve effect verwaarloosbaar maar in het kader van de Belgische reductiedoelstellingen is dit niet onbelangrijk.

Het Rentel project komt overeen met 14,5 % (47 turbines van 6,15 MW) tot 27,5 % (55 turbines van 10 MW) van de doelstelling van het Federaal Planbureau om 2000 MW offshore windenergie te installeren tegen 2020.

Deze overwegingen maken het duidelijk dat het project een algemeen gunstig effect kan hebben op de atmosfeer en de klimatologische factoren die relevant zijn voor de milieueffectenbeoordeling. Dit project draagt bij tot het realiseren van de vooropgestelde emissiereductiedoelstellingen en past binnen de nationale en Europese energiestrategie.

5.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen

5.3.2.1 Voorwaarden

Indien gekozen wordt om gravitaire funderingen te plaatsen voor meer dan 25% van de funderingen voorzien in de realisatie van het project moet de houder vóór de aanvang van de bouwfase een aangepast Life Cycle analysis (LCA), die de invloed van de GBF op de emissiebalans behandelt, aan het begeleidingscomité meedelen. De houder kan enkel gravitaire funderingen plaatsen voor meer dan 25% van de funderingen voorzien in de realisatie van het project indien in bovenstaande LCA overtuigend kan aangetoond worden dat deze de bijdrage van het project tot de reductiedoelstellingen van België niet met meer dan 10% verminderen t.o.v. gebruik van stalen funderingstypes.

5.3.2.2 Aanbevelingen

Het Bestuur heeft geen specifieke aanbevelingen voor dit onderdeel.

5.4 *Monitoring*

Het Bestuur vraagt geen monitoring voor dit onderdeel.

6. Hydrodynamica en sedimentologie

- Het MER voorziet in de mogelijke toepassing van vier verschillende funderingstypes en installatietechnieken, enerzijds monopiles of jacketfunderingen, die of in de bodem worden geheid of worden geïnstalleerd met behulp van de suction bucket techniek, anderzijds gravitaire funderingen.
- De belangrijkste te verwachten effecten zijn de verhoging van de turbiditeit tijdens de werken en het optreden van erosie rond de palen en de kabels tijdens exploitatie. Bij het gebruik van gravitaire funderingen zullen bovendien belangrijke bagger- en dumpingswerken plaats vinden.
- Uit ervaring met monopiles of jacketfunderingen, die worden geheid, blijkt dat wat hydrodynamica en sedimentologie betreft, de impact slechts tijdelijk en verwaarloosbaar is.
- Bij het gebruik van gravitaire funderingen, zeker op deze schaal, met 78 funderingen, zal een belangrijke hoeveelheid materiaal uitgebaggerd worden bij de voorbereiding van de zeebodem, en tijdelijk terug in de concessiezone gestockeerd worden. Bovendien zal er bij de backfill en infill van de gravitaire funderingen meer zand zal moeten worden gebaggerd dan dat er in de concessiezone werd gestockeerd. Dit bijkomend nodige zand kan niet in de concessiezone gewonnen worden, maar zal moeten worden gewonnen in de daarvoor voorziene zandextractiezones. De effecten die deze baggerwerken zullen hebben op de turbiditeit zijn onvoldoende gekend en daarom zal bij gebruik van gravitaire funderingen een monitoring van de mogelijke verhoging van de turbiditeit opgelegd worden.
- Het gebruik van de suction bucket techniek wordt in het MER kort beschreven, maar er is op het ogenblik nog zeer weinig beschikbare informatie over deze techniek. Het is duidelijk dat hier nog leemtes in de kennis zijn. Er kan worden verwacht dat door het opzuigen van het zand/slib/klei tijdens de installatie een tijdelijk verhoogde turbiditeit zal worden gegenereerd die een bijkomende monitoring vereist.
- Uit ervaring blijkt dat het vrijkomen van de kabels een reële mogelijkheid is. In bepaalde gebieden zijn de zandduinen mobiel en een migratie van deze zandduinen met een 10-tal meter per jaar behoort tot de mogelijkheid. Daarom is het nodig om de bedekking van de kabels op een regelmatige basis te controleren.
- Bij het toepassen van monopiles of gravitaire funderingen wordt erosiebescherming aangebracht, terwijl bij toepassing van jacketfunderingen geen erosiebescherming wordt voorzien. Het mogelijke ontstaan van erosieputten moet gemonitord worden, zodat de stabiliteit van de funderingen nooit in gevaar kan komen.
- Wat betreft de hydrodynamica, de sedimentdynamica en de morfologie worden er geen onaanvaardbare effecten verwacht voor het mariene milieu en kan dus worden gesteld dat het project aanvaardbaar is, voor alle configuraties en funderingstypes, mits inachtnaam van een aantal voorwaarden.

6.1 Inleiding

Het geplande project zal, afhankelijk van de uitvoering, bepaalde effecten hebben op de lokale sedimentologie. De te verwachten effecten zijn afhankelijk van het type fundering en de configuratie die zal worden toegepast. Er moet hierbij worden opgemerkt dat er nog onzekerheid bestaat over de juiste funderingen die zullen gebruikt worden. In het MER wordt melding gemaakt van de mogelijkheid van het gebruiken van monopiles, jacketfunderingen of gravitaire funderingen. Ook de mogelijkheid om gebruik te maken van de suction bucket techniek voor de installatie van monopile en jacketfunderingen wordt opengelaten. De belangrijkste te verwachten effecten zijn de verhoging van de turbiditeit tijdens de werken en het optreden van erosie rond de palen tijdens de exploitatiefase. Deze erosie zal bij de installatie van monopiles of gravitaire funderingen worden tegengegaan door het aanbrengen van erosiebescherming. Bij het gebruik van gravitaire funderingen zullen ook belangrijke bagger- en dumpingswerken plaats vinden. Ook de mogelijkheid van het vrijkomen van de kabels moet worden gecontroleerd.

Een monitoring wordt voorgesteld die moet verzekeren dat de verhoging van de turbiditeit aanvaardbaar blijft, dat geen erosieputten optreden die de stabiliteit van de windmolens in gevaar kan brengen, en dat de kabels bedekt blijven.

6.1.1 Geologie, sedimenttransport en morfologische veranderingen

In het MER wordt de geologie in het projectgebied uitgebreid besproken. Het is belangrijk te benadrukken dat in het projectgebied het Quartair in het westen en het zuidelijke deel van het projectgebied zeer dun is en enkel bestaat uit de dikte van de recente zandduinen. In de troggen tussen de zandduinen is het Quartair dikwijls dunner dan 4 m. Onder deze Quartaire zandlagen, is het Tertair terug te vinden, met afwisselende kleilagen en zandhoudende kleilagen.

Uit de asymmetrie van de zandduinen kan worden afgeleid dat het sedimenttransport in het midden en het noorden van het gebied vloedgedomineerd is en in het zuiden van het gebied ebgedomineerd. Het transport rond de Zeelandbanken is tegenwijzersin.

In bijlage bij het MER werd een rapport toegevoegd (IMDC, 2012c), waarin het sedimenttransport ter hoogte van het Rentel projectgebied wordt beschreven voor een zomersituatie, zonder meteorologische invloeden, en voor een wintersituatie, waarbij de meteorologische invloeden en de golven in rekening gebracht worden, tijdens een 1-jarlijks terugkerend storm. Het model voorspelt eerder noordoostelijk, dus vloedgedomineerd, transport in het gehele gebied, maar het sedimenttransport blijft vrij beperkt met een maximum van $5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{m/s}$ tijdens springtij en in wintercondities. De veranderingen van het bodemniveau over een springtij-doodtij cyclus blijven beperkt tot 0,02 m.

6.1.2 Turbiditeit

Door het zandige karakter van de oppervlaktelaag en de ligging offshore, zal de turbiditeit ter hoogte van de concessiegebied lager zijn dan in het turbiditeitsmaximum voor de Belgische kust. In het MER wordt een gemiddelde waarde van 4 mg/l vermeld ter hoogte van de nabijgelegen Thorntonbank (ten zuiden) en Bligh Bank (ten noorden).

6.1.3 Klimaatsveranderingen

Veranderingen in stromingskarakteristieken en morfologie op het BDNZ onder invloed van de klimaatsveranderingen kunnen de komende jaren een rol spelen. Vooral de verandering van het voorkomen en de intensiteit van stormen kunnen van belang zijn. Recent onderzoek, e.g., Ullmann *et al.*, (2009), Van den Eynde *et al.*, (2011), Van den Eynde (2011), lijkt er op te wijzen dat voor de Belgische kustzone geen stijging van het aantal stormen of van de stormintensiteit verwacht wordt. Er is echter nog steeds veel onduidelijkheid hieromtrent.

6.2 *Te verwachten effecten*

De te verwachten milieueffecten van een windmolenpark worden voorgesteld in het MER en werden reeds uitvoerig besproken in de milieu-effectenbeoordelingen (MEB), die door de BMM werden opgesteld voor het windmolenpark op de Thorntonbank (BMM, 2004), voor de veranderingen aan het oorspronkelijke MER voor hetzelfde windmolenpark op de Thorntonbank (BMM, 2006), voor het windmolenpark op de Bligh Bank (BMM, 2007), op de Bank Zonder Naam (BMM, 2009) en ter hoogte van Norther windmolenpark, ten zuiden van de Thorntonbank (Rumes *et al.*, 2011). Hier wordt vooral ingegaan op de specifieke informatie van het huidige project of op nieuwe recente informatie.

De belangrijkste te verwachten effecten zijn de verhoging van de turbiditeit tijdens de werken, het optreden van erosie rond de palen tijdens de exploitatiefase en het baggeren en dumpen van sedimenten, vooral bij de installatie van gravitaire funderingen. Voor monopiles en voor gravitaire funderingen wordt de erosie tegengegaan door het aanbrengen van erosiebescherming.

6.2.1 Funderingen

Er moet worden opgemerkt dat in het Rentel project nog onzekerheid bestaat over de grootte van de te installeren windturbines, over het aantal windturbines en over het type fundering dat zal worden gebruikt. In het MER wordt zowel het gebruik van monopiles, van jacketfunderingen, als van gravitaire funderingen besproken. Ook het gebruik van suction bucket techniek als alternatief voor het heien van de monopiles of jacketfunderingen wordt kort besproken, alhoewel het gebruik van deze techniek nog steeds in een experimentele fase is en de toepassing ervan dus niet waarschijnlijk is.

Zowel bij het gebruik van monopiles, wanneer er statische erosiebescherming wordt toegepast, als voor het jacketfunderingen, zal voor ongeveer de helft van de funderingen, in de zones van de grote zandduinen, nivelleringswerken worden uitgevoerd en zal een belangrijke hoeveelheid zand worden uitgegraven en gestockeerd moeten worden. Voor de monopiles wordt geschat dat per fundering ongeveer 19.000 m³ worden uitgegraven, voor de jacketfunderingen ongeveer 16.000 m³. Dit zand zal gestockeerd worden in hopen tot een hoogte van 5 m. Wanneer er rekening wordt gehouden met een bagger- en stortverlies van 30 % (zie Van den Eynde *et al.*, 2010) komt dit voor configuratie 1, met 78 windmolens, erop neer dat er 89.000 m² (jacketfunderingen) tot 106.000 m² (monopiles) zal moeten gestockeerd worden in de concessiezone.

Wanneer er gravitaire funderingen zullen gebruikt worden, zal er per turbine ongeveer 90.000 m³ zand worden uitgegraven, waarvan er een deel terug zal worden gebruikt, voor de backfill van de funderingsput en de infill in de gravitaire fundering. Voor de configuratie 1 betekent dit dat in het totaal 7.200.000 m³ zand zal worden uitgegraven. Dit is een worst-case-scenario, aangezien dit de configuratie is met de meeste windmolens en dat bovendien niet voor elke fundering een

funderingsput van 7,5 m diep zal worden gegraven. Wanneer het (hardere) Tertiair eerder zal worden bereikt, kan de funderingsput minder diep worden uitgegraven. Toch blijft dit een zeer aanzienlijke hoeveelheid zand die zal worden gewonnen, in vergelijking met het volume van ~2 miljoen m³ zand dat jaarlijks voor commercieel gebruik wordt gewonnen. Rekening houdende met een bagger- en stortverlies tijdens de werkzaamheden van ongeveer 30 tot 35 % (Van den Eynde *et al.*, 2010) zal er dus in dit geval meer dan 5.000.000 m³ zand (en in mindere mate kleihoudende zand en klei) moeten gestockeerd worden binnen de zone. Als het zand in hopen van 5 meter hoog wordt gestockeerd, zijnde dezelfde grootteorde als de zandduinen die in het gebied optreden, zal er in het totaal ~1.008.000 m² (of 3,7% van het uitgebreide concessiegebied) nodig zijn voor de tijdelijke stockage van het zand en de klei.

Er kan eventueel worden overwogen om meerdere zandhopen tot een hoogte van 5 m te gebruiken. Het is de bedoeling dat het zand en de klei zo gestort wordt dat het op een natuurlijke wijze terug getransporteerd wordt naar de plaatsen waar het werd weggenomen. Hierbij kan uitgegaan worden van sedimenttransportmetingen of resultaten van het sedimenttransportmodel. Anderzijds moet er sowieso rekening mee worden gehouden dat kan worden aangenomen dat de stabiliteit van deze kunstmatige zand- en klei-ophopingen relatief groot is (BMM, 2006).

Rekening houdende met de ‘bagger- en stortverliezen’, die aan de hand van de ervaring met de installatie van gravitaire funderingen in het C-Power windmolenpark geschat worden op ongeveer 30 % (Van den Eynde *et al.*, 2010), wordt er in het MER gesteld dat er verwacht wordt dat er indien gravitaire funderingen zullen worden gebruikt ongeveer 2.000.000 m³ extra zal moeten worden gewonnen om de benodigde 62.000 m³ per fundering te bekommen voor de infill en de backfill (voor de worst-case configuratie van 80 funderingen). Het is echter duidelijk dat er niet in de concessiezone gewonnen kan worden. De benodigde hoeveelheid zand zal uit de hiervoor voorziene en/of aangeduide extractiezones moeten gewonnen worden.

6.2.2 Erosiebescherming en erosieputten

In het MER wordt gesteld dat in het geval van monopile funderingen er zal gekozen worden voor het aanbrengen van een statische of dynamische erosiebescherming. Ook voor de gravitaire funderingen wordt een erosiebescherming voorzien. Wanneer een jacketfundering zal worden gebruikt, wordt daarentegen geen erosiebescherming voorzien.

Zoals vroeger reeds opgemerkt (Rumes *et al.*, 2011) kan rond de structuren de ontwikkeling van erosieputten worden verwacht, wanneer geen (of onvoldoende) erosiebescherming wordt aangebracht. Bovendien kan er ook secundaire erosie optreden, waardoor ook kabels aan de oppervlakte komen, met soms zelfs schade aan de kabels tot gevolg. Aangezien er hierover nog onvoldoende kennis is moet dit opgevolgd worden.

6.2.3 Verhoging turbiditeit

6.2.3.1 Algemeen

Zowel tijdens de bouwfase als in de exploitatiefase zal de aanwezigheid van het windturbinepark een verhoging van de turbiditeit genereren. Tijdens het heien van de monopiles, het graven van de funderingsputten voor de gravitaire funderingen, het plaatsen van de erosiebescherming, of door de vorming van (secundaire) erosieputten, zal de turbiditeit tijdelijk verhogen. Aangezien dit windmolenpark niet op een zandbank zelf ligt, maar in de geul tussen de Thorntonbank en de Lodewijkbank, moet er rekening worden gehouden met het feit dat de installatie van dit windmolenpark gebeurt in een zone waar het Quartair veel dunner is en waar dus Tertiaire kleilagen (kunnen) dagzomen wat een duidelijke en langdurende verhoging van turbiditeit met zich mee zou kunnen brengen.

In Rumes *et al.*, (2011) wordt gesteld dat er bij monopiles geen belangrijke verhoging van de turbiditeit werd vastgesteld en dat de vastgestelde verhoging beperkt bleef tot 11 %, maar dat in DECC (2008) wordt aanbevolen dat voor grotere parken of voor andere funderingen bijkomende monitoring wordt uitgevoerd.

In het algemeen kan echter worden aangenomen dat de verhoging van de turbiditeit door de installatie van monopiles of jacketfunderingen, of door het jetten van de kabels, beperkt in tijd en in grootte zal zijn.

6.2.3.2 Verhoging turbiditeit bij gebruik van gravitaire funderingen

Bij het gebruik van gravitaire funderingen wordt er in het MER gesteld dat er ongeveer 90.000 m³ zal worden uitgegraven per gravitaire fundering. Dit is een aanzienlijke hoeveelheid. Rekening houdende met het aantal gravitaire funderingen die gepland worden, namelijk tussen 47 (basisconfiguratie) of 78 (configuratie 1) (+ 2 OHVS platformen), wordt er dus verwacht dat tussen 4,41 en 7,2 miljoen m³ zand/klei zal worden uitgegraven. In vergelijking met de hoeveelheid zand die jaarlijks wordt gewonnen op zee, namelijk 1,9 miljoen m³ zand per jaar, is dit een zeer belangrijke hoeveelheid. De bezorgdheid bestaat er dan ook dat deze zand- en kleiverplaatsingen een significante verhoging van de turbiditeit met zich zal meebrengen. Vooral voor het Natura 2000 gebied 'Voordelta' in Nederland is er bezorgdheid voor de verhoging van de turbiditeit.

Als bijlage bij het MER werd een studie toegevoegd (IMDC, 2012b), waarbij een eerste inschatting werd gemaakt met behulp van een sedimenttransportmodel, van de verhoging van de turbiditeit als gevolg van de bagger- en stortactiviteiten tijdens de installatie van 1 gravitaire fundering. In de studie wordt enkel de dispersie van het fijne materiaal gemodelleerd, waarbij er dan van uitgegaan wordt dat de zandpartikels veel sneller zullen bezinken. Er wordt hierbij uitgegaan van een hoeveelheid van (slechts) 3 % slib. Verder wordt er uitgegaan van een opwelling van materialen van 1 % tijdens het baggeren, van een overflow van materialen van 17 %, die in de waterkolom achterblijven en van een verlies van 30 % van het materiaal tijdens het dumpen.

Uitgaande van deze randvoorwaarden wordt aangetoond dat de overschrijding van de achtergrondwaarde van 4 mg/l maximaal slechts gedurende een tweetal uren wordt overschreden, dat

de zone waarin de achtergrondwaarde wordt overschreden kleiner is dan 800 m, en dat de sedimentpluim een afstand van een 5000 m kan afleggen, alvorens de concentratie zakt tot minder dan de achtergrondwaarde. In de concessiezone is de concentratie in 90 % van de tijd lager dan de achtergrondwaarde, buiten de zone in 95 % van de tijd lager dan de achtergrondwaarde. De studie lijkt dus aan te tonen dat de verhoging van de turbiditeit zeer lokaal en beperkt in tijd zal zijn.

Bij de interpretatie van deze resultaten moet er wel rekening mee worden gehouden dat de hoeveelheid materiaal die in suspensie wordt gebracht, klein lijkt, dat er geen rekening wordt gehouden met de dispersie van (fijn) zand en dat zeker in de diepere zones van het gebied het Quartair zeer dun kan zijn (zie hierboven) en dat er dus meer dan 3 % klei en slib in het gebaggerde materiaal kan zitten. Anderzijds zal het uit het Tertiair opgegraven materiaal wel een veel grotere hoeveelheid klei bevatten, maar zal deze klei bestaan uit zeer harde tertiaire kleien, waarvan kan worden aangenomen dat het materiaal zeer hard is, en als harde brokken zal opgegraven worden, in plaats van als materiaal dat in suspensie zal komen. Bij het graven van een tunnel onder de Westerschelde door een Boomse klei, bleek inderdaad dat het materiaal uit harde brokken bestond en niet in suspensie kwam (Kornman en van Madelgem, 2002). Ook hier kan men dus redelijkerwijze aannemen dat de kleibrokken kunnen gestort worden, zonder dat deze direct in suspensie zullen komen en een verhoging van de turbiditeit zullen veroorzaken.

Ondanks deze eerste modelresultaten en ondanks de redenen om aan te nemen dat de turbiditeit niet significant zal verhogen, blijft de bezorgdheid bestaan. Daarom wordt ook, in het geval van het toepassen van een belangrijke aantal gravitaire funderingen in dit gebied, een bijkomende monitoring opgelegd, om een mogelijke significante verhoging van de turbiditeit op te meten, zoals ook werd opgelegd voor het windmolenpark van Norther (Rumes *et al.*, 2011). Dit wordt trouwens ook aanbevolen in DECC (2008a).

6.2.3.3 Verhoging turbiditeit bij gebruik van de suction bucket techniek

In het MER wordt ook de mogelijkheid opengelaten van de toepassing van de suction bucket techniek. Er wordt echter amper informatie gegeven over impact op het mariene milieu van deze techniek, bijvoorbeeld over de mogelijke verhoging van de turbiditeit bij deze techniek. Uitgaande van het feit dat er zand en slib zullen worden opgezogen en in de waterkolom zullen worden gelost, kan er verwacht worden dat de turbiditeit verhoogd wordt. Er is echter geen indicatie over de hoeveelheid van het vrijgekomen materiaal of de te verwachten verhoging van de turbiditeit. Dit is dus een duidelijke leemte in de kennis. Rekening houdende met de dunne Quartaire lagen en met de nabijheid van het Natura2000 gebied 'De Voordelta' in Nederland, wordt daarom bij de toepassing van de suction bucket techniek een bijkomende monitoring opgelegd, voor de controle van een mogelijke verhoging van de turbiditeit in de waterkolom. Dit is in lijn met de bijkomende monitoring in het geval van de toepassing van gravitaire funderingen en is in overeenstemming met de aanbevelingen in DECC (2008a).

6.2.4 Effecten op hydraulica

Zoals vroeger (BMM, 2006, 2007, 2009; Rumes *et al.*, 2011) reeds werd aangetoond, zijn de effecten op de stromingen en de golven zeer lokaal.

6.2.5 Vrijkomen van de kabels

Zoals reeds in Rumes *et al.* (2011) werd vermeld, kunnen door de migratie van zandgolven de kabels mogelijks vrij komen te liggen. Uitgaande van migratiesnelheden tussen 1 en 3 m per jaar en het feit dat de kabel 1,8 m diep ingegraven ligt, schatten Galagan *et al.*, (2005) dat de kabels zouden kunnen komen bloot te liggen na 6 tot 18 jaar. Ook in DECC (2008a, 2008b) wordt vermeld dat de natuurlijke variatie van bepaalde zandbanken gemakkelijk 1,5 m kan bedragen, waardoor de kabels aan de oppervlakte zouden kunnen komen te liggen. Bovendien worden er ook opmetingen beschreven waarbij de kabels vrij kwamen door secundaire erosie.

Uit literatuur blijkt bovendien dat de schatting van deze migratiesnelheden van 1 tot 3 m per jaar aan de lage kant zijn. Andere schattingen spreken van migratiesnelheden tot 7,5 m/jaar (Drost, 2009), tot 10 meter per jaar (Németh, 2003; Roos, 2008), of tot 10-tallen meters per jaar (Morelissen *et al.*, 2003; IJzer, 2010). In BritNed Development Limited (2005) wordt gesproken van een lange termijn migratie van 6 m/jaar en een oscillerende beweging van 20 m/jaar, die volgens het rapport geen gevaar vormt.. Het blijft daarom belangrijk dat de kabels regelmatig gemonitord worden.

6.3 Besluit

6.3.1 Aanvaardbaarheid

De belangrijkste te verwachten effecten zijn de verhoging van de turbiditeit tijdens de werken, het optreden van erosie rond de palen tijdens de exploitatiefase, het in suspensie brengen van geconsolideerd bodemmateriaal door jetting en ploegen, en het mogelijk vrijkomen van de kabels. Erosie wordt in het geval van monopiles of gravitaire funderingen tegengegaan door het aanbrengen van een erosiebescherming. Bij het gebruik van gravitaire funderingen zal bovendien een aanzienlijke hoeveelheid zand en klei gebaggerd worden en terug in zee gestort worden. Bij het gebruik van monopiles of jacket funderingen zijn de te verwachten effecten gelijkaardig als deze op de reeds geïnstalleerde windmolenparken. Deze effecten werden reeds beschreven in BMM (2006, 2007, 2009, 2011).

Er kan in dit geval gesteld worden dat wat betreft de hydrodynamica, de sedimentdynamica en de morfologie er geen belangrijke effecten verwacht worden voor het mariene milieu en kan dus worden gesteld dat het project aanvaardbaar is mits inachtnaam van volgende onderstaande voorwaarden.

6.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen

6.3.2.1 Voorwaarden

- Voordat met het plaatsen van de structuren wordt begonnen, voert de houder een gedetailleerd onderzoek uit naar de bodemgesteldheid en bodemvormen ter plekke van de windmolenfunderingen in verband met de keuze tussen de types funderingen. De ruwe data en resultaten van het bodemonderzoek worden voor de start van de werken ter kennis gebracht van de BMM.
- Voorafgaand aan de werken moet de vergunninghouder contact opnemen met de BMM die, op basis van de concrete bouwplannen en de gegevens van het grondonderzoek, zal bepalen waar

- en hoe het uitgegraven materiaal gestockeerd en gestort zal worden.
- De houder moet de BMM op de hoogte brengen van de finale afmetingen en samenstelling van de erosiebescherming, zowel in het park als langs het kabeltracé. Hij moet door een adequate monitoring verzekeren dat er geen belangrijke erosiekuilen optreden die de stabiliteit van de palen in gevaar kunnen brengen.
 - De bedekking van de kabels moet steeds verzekerd worden en moet gemonitord worden zoals voorzien in het monitoringsplan. Indien de monitoring uitwijst dat de kabel op minder dan de minimale begravingsdiepte ligt, dienen binnen de kortst mogelijke termijn en met een maximum van drie maanden de nodige werken te worden uitgevoerd opdat de kabel terug op haar oorspronkelijke diepte wordt geplaatst of voldoende afgedekt wordt.
 - Het bijkomende zand, dat moet gebaggerd worden voor de opvullen van de funderingen en funderingsputten bij gravitaire funderingen kan niet in de concessiezone zelf worden gewonnen. Dit moet, zoals alle zandwinning, gebeuren in één van de daarvoor voorziene en/of aangeduide extractiezones.
 - Indien de vergunninghouder gebruik gemaakt van gravitaire funderingen of van de suction bucket techniek, dan wordt een bijkomende monitoring opgelegd, die de mogelijke verhoging van de turbiditeit kan begroten.
 - Indien de vergunninghouder gebruik gemaakt van gravitaire funderingen, dan wordt een bijkomende monitoring opgelegd, die de evolutie van de zandhopen ter hoogte van het windmolenpark opvolgt, zolang de zandhopen aanwezig zijn.

6.3.2.2 Aanbevelingen

De BMM heeft geen specifieke aanbevelingen voor dit onderdeel.

6.4 Monitoring

6.4.1 Inleiding

In DECC (2008a; 2008b) wordt een overzicht gegeven van de kennis die werd vergaard in het Verenigd Koninkrijk aan de hand van de ‘Round 1’ windmolenparken en worden aanbevelingen gedaan voor verder onderzoek en geschikte monitoring. Bovendien werden deze conclusies geactualiseerd in het rapport van ABPmer *et al.*, (2010) en CEFAS (2010). De belangrijkste conclusies en aanbevelingen werden reeds gegeven in BMM (2009, 2011) en er wordt dan ook naar dat rapport verwezen voor meer informatie hierover.

6.4.2 Monitoring voor het huidige park

Om de metingen tijdens en na de constructie van het park goed te kunnen interpreteren, moet er een goede kennis zijn van de huidige situatie. Vóór de start van het project moeten de kwaliteit en de eigenschappen van de sedimenten (korrelgrootteverdeling, plaatselijke stromingskarakteristieken,

turbiditeit) goed bepaald zijn. Tijdens de periodieke staalname kan dan de evolutie van deze parameters nagegaan worden.

De doelstellingen van deze monitoring zijn:

- Bepalen van turbulentie en de stromingen in het gebied en in een referentiegebied en bepalen van de effecten van de constructie van het windmolenpark en van de exploitatie van het park op de turbulentie, bij de toepassing van gravitaire funderingen of bij het gebruik van de suction bucket techniek;
- Bepaling van de eventuele verplaatsing van het gestorte zand bij de toepassing van gravitaire funderingen;
- Controle van het optreden van erosiekuilen rond de palen;
- Controle van de bedekking van de kabels.

6.4.2.1 Turbiditeit

Zoals in Rumes *et al.*, (2011) vermeld, kan worden aangenomen dat bij monopile of jacket funderingen, die worden geheid, geen significante verhoging van de turbiditeit zal optreden en er is in deze gevallen dan ook geen nood aan een bijkomende monitoring.

Bij het gebruik van gravitaire funderingen zal er echter een zeer belangrijke hoeveelheid zand en vooral klei worden gebaggerd en in de concessiezone gedumpt. Volgens het MER zal er afhankelijk van de configuratie tot 5.040.000 m³ zand en klei in het concessiegebied tijdelijk gestockeerd worden, alvorens het, uitgaande van de bagger- en stortverliezen van 30 %, volledig zal worden herbruikt bij de hervullen en opvullen van de funderingen en van de funderingsputten.

Aangezien het hier niet over enkel zand gaat, maar dat het ook mogelijk is dat Tertiaire kleien zullen worden opgebaggerd, is het niet zeker dat de turbiditeitsverhoging nog steeds beperkt zal blijven. Daarom wordt bij het gebruik van gravitaire funderingen een monitoring gevraagd van de invloed van de werken en van de funderingen op de turbiditeit. Deze verhoging van de turbiditeit kan eventueel belangrijke invloeden hebben op het benthos (zie verder). Dit werd ook zo aanbevolen door de Britse autoriteiten (DECC, 2008a).

Ook indien de suction bucket techniek wordt gebruikt, is er een leemte in de kennis van de mogelijke verhoging van de turbiditeit, als gevolg van de verspreiding van het opgezogen materiaal. Ook in dit geval wordt een bijkomende monitoring van de invloed van de werken op de turbiditeit opgelegd.

In dit geval zullen vóór de werken (bij gebruik van gravitaire funderingen en bij toepassing van de suction bucket techniek), tijdens de werken (bij gravitaire funderingen en toepassing van de suction bucket techniek) en na de werken (enkel bij gravitaire funderingen), metingen worden uitgevoerd van de waterhoogtes, stromingen en golven en van de turbiditeit.

In tegenstelling tot de aanbevelingen van DECC (2008a), wordt in Van den Eynde *et al.*, (2010) geargumenteed dat het het zoeken van “controlegebieden” niet evident is en dat verschillende gebieden onder andere invloeden kunnen staan en dat natuurlijke variabiliteit anders kan zijn. Daarom wordt er aanbevolen om op slechts één plaats te meten, dicht bij of in het concessiegebied, maar lang genoeg te meten (enkele maanden), om voldoende informatie te hebben over de natuurlijke variabiliteit en zo de invloed van de werken en van de constructies op een zinvolle statistische manier

te kunnen bepalen. Deze techniek werd bijvoorbeeld toegepast om de veranderingen van de turbiditeit te analyseren tijdens dumpingsexperimenten ter hoogte van de haven van Zeebrugge (Lauwaert *et al.*, 2009).

Er wordt bijgevolg gesteld dat de metingen worden uitgevoerd in één punt dicht bij (of in) de concessiezone. Deze metingen worden uitgevoerd vóór de werken, tijdens de werken en na de werken (enkel bij gravitaire funderingen), steeds over een periode van minimum 3 maanden, waarvan 1,5 maand in de herfst-winterperiode, en 1,5 maand in de lente-zomerperiode.

De stroommetingen zullen worden uitgevoerd met een ADCP. De metingen van de golven en van de turbiditeit zullen worden uitgevoerd door het plaatsen van een frame of tripod op de zeebodem, waarop de nodige instrumenten kunnen gemonteerd worden. Bovendien moet ook de calibratiecurve bepaald worden tussen de opgemeten turbiditeit en de materie in suspensie. Dit moet gebeuren door het gelijktijdig nemen van in-situ waterstalen die dan gefilterd kunnen worden ter bepaling van de materie in suspensie. Een minimum van 40 waterstalen moet worden genomen voor de bepaling van deze calibratiecurve. De resultaten van deze opmetingen zullen bestaan uit een aantal tijdreeksen van de stromingen, de waterhoogtes, de golfhoogtes en de turbiditeit over een langere periode. Bovendien zullen de calibratiecurves tussen de opgemeten turbiditeit en de materie in suspensie worden opgesteld, zodat ook de tijdreeksen van de materie in suspensie zullen beschikbaar zijn. Voor de verschillende periodes zal een vergelijking worden uitgevoerd tussen de materie in suspensie voor, tijdens en na de werken. Door een grondige analyse van al deze tijdreeksen (zie Lauwaert *et al.*, 2009) zal een schatting worden gemaakt van de verhoging van de turbiditeit ten gevolge van de werken en ten gevolge van de exploitatie van het park.

Merk op dat indien voor de aanvang van de werken reeds duidelijk werd aangetoond dat ook bij het gebruik van gravitaire funderingen de verhoging van de turbiditeit beperkt blijft, bijvoorbeeld na monitoring in het zuidelijk gelegen Norther windmolenpark, er kan overwogen worden om deze monitoring achterwege te laten.

6.4.2.2 Verplaatsing van het gestorte zand en klei

In het geval gravitaire funderingen zullen worden gebruikt zal een aanzienlijke hoeveelheid sediment worden uitgegraven en op stortplaatsen binnen de concessiezone worden gestockeerd. Tijdens en na de werken moeten de positie van het gestorte zand en klei worden opgemeten. De morfologie op de stortplaats moet worden opgemeten voor het storten van het specie, als referentiemeting, en vervolgens direct na de stortingen, na 1 maand, na de eerste zware storm, met een terugkeerperiode van 5 jaar, en 1 maand na die storm. De bathymetrie zal met een horizontale nauwkeurigheid van 2 m en een verticale nauwkeurigheid van 0,5 m worden opgemeten. Na elke meetcampagne van de bathymetrie van het zand op de stortplaatsen zullen verschilkaarten worden opgesteld tussen de bathymetrie, zoals die tijdens de referentiemeting werd opgemeten, en met de nieuw opgemeten bathymetrie. Op die manier worden de morfologische veranderingen van het zand op de stortplaatsen duidelijk gemaakt. Deze verschilkaarten zullen in een GIS pakket worden voorgesteld.

Wanneer de hoeveelheid zand terug wordt gebaggerd om te worden gebruikt voor het opvullen van de funderingen en funderingsputten, moet ervoor gewaakt worden dat er geen bijkomende hoeveelheid

zand wordt gewonnen in het concessiegebied. Eventueel extra benodigd zand moet worden gewonnen in de hiervoor voorziene en/of aangeduide extractiezones. Indien er desondanks een bijkomende hoeveelheid zand gewonnen wordt ter hoogte van de stortplaatsen, dan kan de vergunninghouder verplicht worden deze site binnen de drie maanden te herstellen. Nadat het gestockeerde zand volledig terug werd gebruikt, is er geen bijkomende monitoring meer nodig van het gebied, waar de zandstortingen werden uitgevoerd.

6.4.2.3 Erosie rond de palen of gravitaire funderingen

Na de werken moet de evolutie van de morfologie rond de turbines regelmatig worden opgemeten. De morfologie moet worden opgemeten vóór het plaatsen van de turbines, als referentiemeting, en vervolgens direct na het plaatsen van de turbines, na 1 maand, na de eerste zware storm, met een terugkeerperiode van 5 jaar en 1 maand na die storm. Verder moet gedurende de eerste drie jaar jaarlijks een opmeting van de morfologie rond de turbines worden uitgevoerd. Vervolgens wordt de bathymetrie opgemeten elke 5 jaar.

De metingen worden minstens uitgevoerd rond de windmolens op de in het meest ondiepe en het diepste punt van het concessiegebied en op de noordelijke hoekpunten van het windmolenpark, waar het grootste sedimenttransport verwacht wordt. Het lijkt bovendien vanuit ingenieursaspecten veilig om, zoals aanbevolen door DECC (2008a) minstens 25 % van de turbines te monitoren voor het controleren van de erosiebescherming en voor het optreden van mogelijke secundaire erosie.

De bathymetrie zal best met een horizontale nauwkeurigheid van 2 m en een verticale nauwkeurigheid van 0,5 m worden opgemeten over een gebied met een diameter van 100 m rond de fundering, zodat de erosiebescherming zelf wordt opgemeten en het gebied rond de erosiebescherming, waar ook nieuwe erosieputten eventueel kunnen optreden. Na elke meetcampagne van de bathymetrie zullen verschilkaarten worden opgesteld tussen de bathymetrie, zoals die tijdens de referentiemeting werd opgemeten, en met de nieuw opgemeten bathymetrie. Op die manier worden de morfologische veranderingen van het gebied worden duidelijk gemaakt. Deze verschilkaarten zullen in een GIS pakket worden voorgesteld.

6.4.2.4 Erosie langs het kabeltracé

Na de werken moeten ook de diepte van ingraving van de kabels regelmatig worden gecontroleerd. De morfologie moet worden opgemeten voor de plaatsing van de kabels, als referentiemeting, na de eerste zware storm, met een terugkeerperiode van 5 jaar, en 1 maand na die storm. Verder moet gedurende de eerste vijf jaar één maal per jaar het hele kabeltracé worden gecontroleerd. Na deze eerste vijf jaar worden de resultaten geanalyseerd en kunnen de zones bepaald worden waar verdere controle nodig blijft. De bathymetrie zal best met een horizontale nauwkeurigheid van 2 m en een verticale nauwkeurigheid van 0,5 m worden opgemeten.

Na elke meetcampagne van de bathymetrie ter hoogte van het kabeltracé zullen verschilkaarten worden opgesteld tussen de bathymetrie, zoals die tijdens de referentiemeting werd opgemeten, en met de nieuw opgemeten bathymetrie. Op die manier worden de morfologische veranderingen langs het kabeltracé duidelijk gemaakt. Deze verschilkaarten zullen in een GIS pakket worden voorgesteld.

6.4.2.5 Rapportering

Elk jaar van de monitoring zal een rapport worden opgesteld dat naast de doelstellingen en de methodiek de verwerkte gegevens voorstelt en bespreekt. Dit rapport wordt uiterlijk telkens 2 maanden na het aflopen van het jaar van de monitoring bij de BMM ingediend en zal door de onderzoekers aan de medewerkers van de BMM op een vergadering voorgesteld worden. Met het rapport worden ook de metingen in elektronische vorm ter beschikking gesteld van de BMM. Van de onderzoekers wordt een actieve deelname verwacht aan eventuele workshops ingericht over de monitoring van de windmolenparken op het BDNZ, ingericht door de BMM.

Tijdens de monitoring zullen eerste opmerkelijke bevindingen of waarnemingen ad hoc meegedeeld worden aan de BMM.

6.4.2.6 Samenvatting

De monitoring wordt samengevat in volgende tabellen:

Tabel 6.1 Schematisch overzicht van de monitoring in het kader van hydrodynamica en sedimentologie: turbulentie

	Baseline	Constructiefase	Exploitatiefase
Onderwerp	Bij het gebruik van gravitaire funderingen, wanneer er nog niet werd aangetoond dat er geen significante verhoging is bij het gebruik van gravitaire funderingen, en bij de toepassing van de suction bucket techniek alleen: controle van de verhoging van de turbulentie,		
Doel	Controle van de verhoging van de turbulentie, tijdens en na de werken		
Timing	Voor het begin van de werken	Tijdens de werken	Na de werken (enkel bij gravitaire funderingen)
Methode	<ul style="list-style-type: none"> • Metingen gedurende 3 maanden (1,5 maand in de herfst-winter periode, 1,5 maand in de lente-zomer periode) in een punt dicht bij het concessiegebied <ul style="list-style-type: none"> ○ Gebruik van ADCP voor het meting van de stromingen ○ Gebruik van een druksensor of golfboei voor het meten van de golven ○ Gebruik van een frame dat op de bodem kan worden geplaatst voor de meting van de turbiditeit met behulp van OBS sensoren. Gelijktijdige staalname van water voor validatie van de OBS sensoren. 		
Presentatie	Rapport en digitale data		
Uitvoerder	Vergunninghouder	Vergunninghouder	Vergunninghouder

Tabel 6.2 Schematisch overzicht van de monitoring in het kader van hydrodynamica en sedimentologie: evolutie van de bodem

	Baseline	Constructiefase	Exploitatiefase
Onderwerp	Evolutie van de bodem		
Doel	Evolutie van de bodem ter hoogte van het windmolenpark, controle van het mogelijke ontstaan van erosieputten en van secundaire erosieputten en –geulen		
Timing	Voor het begin van de werken	<ul style="list-style-type: none"> • Direct na het plaatsen van de palen of gravitaire funderingen 	<ul style="list-style-type: none"> • Een maand na het plaatsen van de palen, na de eerste zware storm (retourperiode 5 jaar) en 1 maand na die storm • Jaarlijks gedurende de eerste drie jaren

			• Daarna 1 keer per vijf jaar
Methode	Multibeam		
Presentatie	Rapport Jaar 0	Rapport na werken	Rapport na de metingen
Uitvoerder	Vergunninghouder	Vergunninghouder	Vergunninghouder

Tabel 6.3 Schematisch overzicht van de monitoring in het kader van hydrodynamica en sedimentologie: evolutie van de zand- en kleiophopingen

	Baseline	Constructiefase	Exploitatiefase
Onderwerp	In het geval van gravitaire funderingen alleen: evolutie van de zand- en kleiophopingen, tot het zand terug hergebruikt werd		
Doel	Evolutie van de zandhopen ter hoogte van het windmolenpark		
Timing	Voor het begin van de werken	• Direct na het storten van de zandhopen	• Een maand na het plaatsen van de zandhopen, na de eerste zware storm (retourperiode 5 jaar) en 1 maand na die storm • Daarna evaluatie.
Methode	Multibeam		
Presentatie	Rapport Jaar 0	Rapport na werken	Rapport na de metingen
Uitvoerder	Vergunninghouder	Vergunninghouder	Vergunninghouder

Tabel 6.4 Schematisch overzicht van de monitoring in het kader van hydrodynamica en sedimentologie: kabels

	Baseline	Constructiefase	Exploitatiefase
Onderwerp	Evolutie van de bodem ter hoogte van de parkkabels		
Doel	Evolutie van de bodem ter hoogte van het kabeltracé, verzekering van de bedekking van de parkkabels		
Timing	Voor het begin van de werken	Niet van toepassing	• Na de eerste zware storm (retourperiode 5 jaar) en 1 maand na die storm. • Jaarlijks gedurende de eerste vijf jaren • Daarna evaluatie
Methode	Multibeam		
Presentatie	Rapport Jaar 0		Rapport na elke campagne
Uitvoerder	Vergunninghouder		Vergunninghouder

7. Geluid en seismisch onderzoek

- Voor wat betreft onderwatergeluid zal het geluidsniveau veroorzaakt door een verhoogde intensiteit van scheepvaart, baggerwerken, plaatsing van een gravitaire fundering, gebruik van de suction bucket techniek en storten van erosiebescherming, beperkt zijn. De mogelijke effecten door deze activiteiten, zijn voor wat betreft hun geluidsemissies aanvaardbaar voor alle configuraties.
- Indien er palen geheid worden zal het hierdoor veroorzaakte onderwatergeluid van een niveau zijn waarbij significante effecten optreden bij vissen en zeezoogdieren en mogelijk ook andere componenten van het ecosysteem. Deze effecten kunnen optreden over een zeer groot, grensoverschrijdend gebied voorkomen. Het heien van monopile en jacket funderingen is bijgevolg enkel aanvaardbaar mits een strikte inachtnaam van mitigerende maatregelen, voorwaarden en een intensief monitoringsprogramma. Indien aan deze vereisten voldaan wordt, valt het niet te verwachten dat er significante en langdurige effecten zouden optreden in de NATURA 2000 gebieden in Belgische en buitenlandse wateren.
- Het onderwatergeluid, en de effecten ervan tijdens de exploitatiefase vormt een leemte in de kennis, maar eventuele effecten blijven hoogstwaarschijnlijk beperkt tot een aantal gevoelige soorten binnen het concessiegebied. Gezien dit een leemte in de kennis betreft, dient ook hier een monitoring te worden uitgevoerd.
- Gezien de beperkte geluidsniveaus en de afstand tot de kust, zijn de potentiële effecten van het geluid boven water voor zowel de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen voor alle scenario's en technieken aanvaardbaar.
- Het seismisch onderzoek is plaatselijk en sterk beperkt in tijd. Vandaar dat het project, mits het naleven van de bestaande wetgeving en een aantal voorwaarden, voor wat betreft het uitvoeren van seismisch onderzoek aanvaardbaar is.

7.1 Inleiding

In het MER van het Rentel project worden vier verschillende configuraties met drie mogelijke uitbreidingen voorgesteld (IMDC, 2012). Configuraties met 47 tot 78 windmolens met een individueel vermogen van 4 tot 10 MW worden voorzien (zie ook Tabel 1.1). Er zijn drie types funderingen die voor dit project in overweging genomen worden: de monopile fundering, de jacket fundering en de gravitaire fundering (GBF). Voor wat de gravitaire fundering betreft, wordt de inplantingsplaats van de windturbine vlakgebaggerd en wordt er een funderingsbed aangelegd. Vervolgens worden de prefab gravitaire funderingen afgezonken. Voor de monopile en de jacket funderingen worden palen met een diameter van respectievelijk 6,2 tot 7,5 meter (één per fundering) en 2,3 tot 3,0 meter (vier per fundering) met behulp van een hydraulische heihamer in de bodem geheid. Als alternatief wordt voorzien dat de palen van de monopile en jacket funderingen geïnstalleerd worden met behulp van de suction bucket methode, waarbij deze palen door middel van een vacuüm in de bodem geplant worden (LeBlanc Makmar *et al.*, 2009). Het MER geeft een overzicht van de verwachte verhoging van het onderwatergeluid tijdens de bouw en exploitatie van het windpark. Deze informatie wordt hier samengevat en waar nodig aangevuld met

nieuwe gegevens.

7.1.1 Onderwatergeluid

De wereldwijde toename van het onderwatergeluid geproduceerd door menselijke activiteiten wordt beschouwd als een potentiële bedreiging voor het mariene milieu. Boyd *et al.*, (2008) identificeerde volgende menselijke activiteiten die onderwatergeluid produceren op een niveau dat mogelijk schadelijk kan zijn voor het mariene leven: explosies, hei-activiteiten, intense laag- of midden-frequente sonar, dreggen, boren, over de bodem gesleept vistuig, scheepvaart, akoestische afschrikmiddelen, overvliegende vliegtuigen (inclusief supersonische knallen), en luchtpistolen. Op Europees niveau wordt deze problematiek o.a. aangekaart in de Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (MSFD). De Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie definieert de goede milieutoestand voor energie, waaronder onderwatergeluid als volgt: “toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid, is op een niveau dat het mariene milieu geen schade berokkent”. België heeft volgende milieudoelen en daarmee samenhangende indicatoren gedefinieerd voor onderwatergeluid:

- Het niveau van antropogene impulsgeluiden is lager dan 185 dB re 1 μ Pa (nul tot max. SPL) op 750 m van de bron.
- Geen positieve tendensen in de jaarlijkse gemiddelde omgevingslawaaniveaus binnen de 1/3-octaaftanden 63 en 125 Hz.

Het eerste milieudoel is van toepassing op de geluidsdruk van impulsgeluiden (dus ook heigeluid). Het andere betreft het achtergrondgeluid.

Het onderwatergeluid veroorzaakt door de bouw, de exploitatie en in de toekomst ook de ontmanteling van offshore windparken en de ecologische impact van dit onderwatergeluid worden momenteel intensief onderzocht (Huddelston. 2010). Wanneer dit onderwatergeluid wordt geëvalueerd, moeten vier verschillende fasen tijdens de levenscyclus van een offshore windpark worden onderscheiden: (1) vóór de constructie - de referentiesituatie, (2) de bouwfase, (3) de exploitatiefase en (4) de ontmantelingsfase (Nedwell *et al.*, 2004).

Voor het Belgische deel van de Noordzee (BDNZ) werden reeds verschillende studies uitgevoerd over de eerste drie fasen:

De referentiesituatie op de Thorntonbank (C-Power site) werd gedocumenteerd in Henriët *et al.*, (2006), terwijl Haelters *et al.*, (2009) de referentiesituatie karakteriseerden op de Bligh bank (Belwind site). Beide referentie situaties resulteerden in gelijkaardige spectra met een geluidsdrukniveau (SPL - Sound Pressure Level) net boven de 100 dB re 1 μ Pa voor de Thorntonbank en net onder de 100 dB re 1 μ Pa voor de Bligh bank.

De bouwfase werd gedocumenteerd in Haelters *et al.*, (2009) voor de zes windmolens met GBF op de Thorntonbank en in Norro *et al.*, (2010, 2012) voor het heien van monopile funderingen op de Bligh bank en Thorntonbank. De installatie van GBF wordt niet beschouwd als een activiteit die een grote toename van het geluidsdrukniveau veroorzaakt (Haelters *et al.*, 2009).

Tijdens het heien van monopiles (met een diameter van 5 meter) op de Bligh bank werd een maximale geluidsdruk (zero to peak sound pressure level) gemeten van 193 dB re 1 μ Pa op 770 m afstand van de

bron. Bovendien was het piekniveau op 14 km afstand van de bron nog steeds 160 dB re 1 μ Pa waaruit men kon afleiden dat het achtergrondniveau van ongeveer 100 dB re 1 μ a pas zal worden bereikt op ongeveer 70 km van de bron (Far field linear model; Norro *et al.*, 2010). Tijdens het heien van pinpiles (met een diameter van 1,8 meter) van de jacket funderingen op de Thornton bank werd op 600 en 750 meter van de bron een geluidsdruk van respectievelijk 180 en 176 dB re 1 μ Pa gemeten (Norro *et al.*, 2012). De gemiddelde tijd vereist voor het heien van een jacket funderingen (met vier pinpiles) was ~2,5 keer langer dan voor een monopile fundering. Met betrekking tot het ongewogen geluidsdrukniveau (Sound exposure level of SEL) werden waarden teruggevonden tussen 145 en 168 dB re 1 μ Pa zonder echter statistisch significante verschillen te kunnen aantonen tussen monopile en jacket funderingen.

Tijdens de operationele fase van de windmolenparken wordt er slechts een beperkte toename in geluidsdruk verwacht. Niettemin lijkt initieel onderzoek erop te wijzen dat het onderwatergeluid nabij stalen monopile funderingen onder bepaalde omstandigheden tussen de 20 en 25 dB re 1 μ Pa hoger is dan dat bij betonnen gravitaire funderingen en dit specifiek voor de frequentie rond 1KHz (Norro *et al.*, 2011). Hierbij dient opgemerkt te worden dat een toename met 6 dB een verdubbeling van het geluidsdrukniveau inhoudt. Het blijft de vraag in hoeverre deze stijging van het geluidsdrukniveau een invloed heeft op het gedrag van de zeezoogdieren in het windmolenpark.

Op dit moment is er weinig gekend over de mogelijke toename in het geluidsdrukniveau tijdens de ontmantelingsfase van windmolenparken. Desalniettemin worden er, afhankelijk van de gebruikte technieken, belangrijke, maar kortstondige stijgingen in geluidsdruk verwacht.

7.1.2 Geluid boven water

De bouw en exploitatie van offshore windparken zal geluid boven het water genereren dat zich voortplant in de atmosfeer. De hoogste geluidsniveaus kunnen verwacht worden tijdens de bouwfase van het windpark, in het bijzonder als er geheid zal worden. In mei 2011 werd dit geluidsniveau bepaald tijdens het heien van de pinpiles van de jacket funderingen van C-Power, dit synchroon met de metingen van het onderwatergeluid (Dekoninck en Botteldooren, 2011). Een maximale geluidstoename met pieken tot meer dan 90 dB(A) werd geregistreerd op 280 m afstand van de werken. In vergelijking met het achtergrondgeluid werd er op deze afstand een toename van 56 naar 83 dB(A) vastgesteld in de L5_1S⁶. Deze geluidstoename is echter beperkt tot de periode waarin er effectief geheid wordt (zie hieronder).

Ook tijdens de operationele fase (~20 jaar) wordt een verhoging van het geluidsniveau waargenomen. Dekoninck en Botteldooren (2010) konden een geluidsniveau van 50 dB (A) opmeten op enkele tientallen meters afstand van een operationele windturbine op de Thornton bank en dit voor de frequentie van 1,25 kHz. Daarnaast werd het operationeel geluid van de windturbines bij verschillende weersomstandigheden gemeten met behulp van een vaste meetpost op het platform onderaan één van de 5MW turbines op de Thorntonbank (Dekoninck and Botteldooren, 2010). Een toename van de geluidsdruk proportioneel aan de windsnelheid en dus ook de omwentelingssnelheid van de wieken werd waargenomen. Het

⁶ De L5_1S is de hoogste 5 percentiel van het opgenomen geluidsniveau binnen een periode van 1 seconde (over een totaal van 600 opnames).

geluidsniveau bereikte een maximum van 65 dB(A) voor een windsnelheid van 12 m/s hetgeen overeenkwam met de maximale productie tijdens de periode van de metingen. Let wel, geluid boven water en onderwatergeluid worden niet gemeten met dezelfde eenheden. Een geluidsniveau van 65 dB (A) is vergelijkbaar met het geluid geproduceerd door een zware vrachtwagen die op 300 m afstand aan een snelheid van 50 km/h voorbij komt gereden. De afstandsdemping zorgt er voor dat op 500 meter van windmolens het geluid sterk afneemt (tot op een niveau vergelijkbaar met het achtergrondgeluid).

7.1.3 Seismisch onderzoek

Het brongeluidsniveau (0-p, re 1 m) bij seismisch onderzoek zoals bij olie- en gasexploratie bedraagt 211-256 dB re 1 μ Pa (OSPAR, 2009). De piekniveaus liggen bij deze bronnen meestal bij frequenties lager dan 250 Hz, met pieken in energie tussen 10 en 120 Hz (OSPAR, 2009). Sparkers, boomers en pingers worden gebruikt bij de karakterisatie van zachte sedimenten in ondiep water. Ze werken meestal bij hogere frequenties (0.8 tot 10 kHz), gezien een hoge resolutie vereist wordt in plaats van diepe penetratie en worden gekarakteriseerd door bronniveaus (@1 m) van 204-220 dB (rms) re 1 μ Pa (OSPAR, 2009). Bij de voorbereidingsfase van het Rentel project zal bijkomend geofysisch onderzoek uitgevoerd worden in het voorziene windpark en langs de kabeltrajecten zoals beschreven in de bijkomende informatie aangeleverd door Rentel (Rentel NV, 2012).

7.2 Te verwachten effecten

7.2.1 Onderwatergeluid

7.2.1.1 Constructiefase

Als men besluit om GBF te installeren dan kan men tijdens de constructiefase beperkte stijgingen van het geluidsdrukkniveau verwachten ten gevolge van het vlakbaggeren van de inplantingsplaats, een toename van het scheepsverkeer en het storten van de erosiebescherming. Het brongeluid van baggervaar tuigen werd bestudeerd in Robinson *et al.*, (2011) en ligt beduidend lager dan dat van heiwerkzaamheden. Afhankelijk van het type baggervaar tuig werden brongeluidniveaus vastgesteld tot ~180 dB re 1 μ Pa @ 10 kHz resulterend in een verhoging t.o.v. het achtergrondgeluid met 30 tot 40 dB re 1 μ Pa op 100 m van de bron (Robinson *et al.*, 2011). Indien de palen van de monopile en jacket funderingen geïnstalleerd worden met behulp van de suction bucket methode, dan worden slechts beperkte stijgingen van het geluidsdrukkniveau verwacht (LeBlanc Makmar *et al.*, 2009).

Tijdens het heien van de monopiles daarentegen kan men een zeer uitgesproken stijging van het geluidsdrukkniveau verwachten. Een verhoging van de maximale geluidsdruk is te verwachten als de diameter van de palen toeneemt. Nehls *et al.*, (2007) stellen een lineair model voor om het maximaal geluidsdrukkniveau te berekenen op 500m van de heisite. Dit model verwacht ongeveer 205 dB re 1 μ Pa voor een monopile met diameter van 7,2 meter, wat overeenkomt met een brongeluid tussen 272 en 294 dB re 1 μ Pa (op basis van het propagatiemodel in Norro *et al.*, 2010). Deze verhoging doet zich enkel voor tijdens de constructiefase, maar de gevolgen ervan op de fauna kunnen zich gedurende jaren laten voelen bv. indien jaarlijkse rekrutering of migratie verstoord wordt (zie hoofdstukken macrobenthos,

epibenthos en visgemeenschappen, zeezoogdieren). In het MER wordt voor de monopiles van het Rentel project een constructieperiode voorzien van 4 tot 5 maand voor de installatie van 47 tot 78 monopile funderingen, waarbij telkens ~4 uur effectief geheid wordt per fundering (IMDC, 2012). Bij fase 1 van het Belwind project werd er gemiddeld 2 uur geheid per monopile en verliep de installatie van 56 palen over een periode van 5 maanden.

Bij de jacket funderingen worden per fundering vier pin piles met een diameter van 2,25 tot 3 meter 25 tot 40 meter in de bodem geheid. Het heien van deze dunneren palen veroorzaakt ook een stijging van het onderwatergeluid (brongeluidsniveau hoger dan 250 dB re 1 μ Pa) en de totale heitijd per fundering is gevoelig langer dan bij monopile funderingen. In het MER wordt voor de jacket funderingen van het Rentel project een constructieperiode voorzien van 6 tot 8 maand voor de installatie van 47 tot 78 jacket funderingen, waarbij telkens ~12 uur (3 uur per pinpile) effectief geheid wordt per fundering (IMDC, 2012). Dit is waarschijnlijk een overschatting, aangezien bij fase II en III van het C-power project gemiddeld 5 uur per fundering geheid werd en de installatie van de pinpiles voor de 49 funderingen werd gerealiseerd op een periode van 4,5 maanden⁷. Het valt te verwachten dat, gezien de significant lagere geluidsdruk bij jacket funderingen, het gebruik van deze jacket funderingen een ruimtelijk beperktere invloed zal hebben op het onderwatergeluid, zelfs al is de heitijd per fundering langer voor jacket dan voor monopile funderingen.

7.2.1.2 Exploitatiefase

De tweede mogelijke impact betreft het operationele geluid van het windpark gedurende de productiefase. Deze impact is vooral belangrijk gezien de levensduur van het windpark (minimum 20 jaar). De toename van het geluidsdrukniveau kan oplopen van 20 tot 25 dB re 1 μ Pa (Norro *et al.*, 2011) voor stalen monopile funderingen en is nog onbekend voor de jacket funderingen. Voor GBF werd in de onmiddellijke omgeving van de turbines een beperkte maximale toename van het geluidsdrukniveau tot 8 dB re 1 μ Pa vastgesteld (Norro *et al.*, 2011). Het is niet geweten of deze verhoging tot een gedragswijziging kan leiden bij zeezoogdieren. Voor de bruinvis (*Phocoena phocoena*) besloten Tougaard en Damsgaard-Henriksen (2009) op basis van metingen nabij een 2 MW turbine dat dergelijke gedragswijzigingen enkel te verwachten zijn indien de dieren zich in de onmiddellijke nabijheid van de funderingen bevinden (er wordt geen duidelijke afstand gegeven maar uit de context kan men een afstand van +-50 m afleiden). Cumulatief met de drie andere windparken (C-Power, Belwind en Northwind) zou er zo een grote zone met licht verhoogd geluidsdrukniveau kunnen ontstaan. Maatregelen die gericht zijn op beperking van de overdracht van geluid en trillingen van de turbine naar de stalen funderingen dienen te worden onderzocht.

7.2.1.3 Ontmantelingsfase

Ook de ontmantelingsfase van het windpark zal een toename van het onderwater geluidsdrukniveau veroorzaken. De GBF en suction bucket funderingen kunnen integraal verwijderd worden na gebruik. Aangezien dezelfde technieken gebruikt worden als voor de installatie zal deze activiteit dan ook gepaard gaan met vergelijkbare, beperkte geluidsdrukniveaus. Het is momenteel niet duidelijk welke technieken

⁷ Bij Belwind (fase 1) werd 3MW per monopile fundering geïnstalleerd t.o.v. 6 MW per jacket fundering bij C-Power (fase II en III).

gebruikt zullen worden voor de verwijdering van in de bodem geheide monopiles en pinpiles en bijgevolg kan er nog geen inschatting gemaakt worden van de effecten op het mariene leven.

7.2.1.4 Grensoverschrijdende effecten

Er dient opgemerkt te worden dat door de nabijheid van het geplande nieuwe windpark tot de Nederlandse wateren er een aantal grensoverschrijdende effecten zijn omdat het onderwatergeluid zich zal propagieren over lange afstanden met slechts een beperkte demping (afhankelijk van de frequentie). Ook bij de ingebruikname van het Nederlandse Borssele gebied voor windenergie zal men rekening moeten houden met deze grensoverschrijdende effecten.

7.2.2 Geluid boven water

Het nieuwe windmolenpark zal geluid produceren boven het water tijdens de bouw, exploitatie en ontmanteling. Afhankelijk van de gebruikte bouwmethode en het funderingstype kan men in de zone van het Rentel project een beperkte tot significante stijging verwachten van het lokale geluidsniveau tijdens en na de werken. Er wordt geen belangrijke impact voorzien buiten de concessiezone, noch aan de kust, die op minimum 31 km afstand ligt van het windmolenpark.

7.2.3 Seismisch onderzoek

Potentieel veroorzaakt seismisch onderzoek geluidsniveaus die schadelijk zijn voor biota (Simmonds, 2003 en referenties daarin opgenomen; Bain & Williams, 2006; OSPAR, 2009). De effecten zijn soortafhankelijk, gebiedsafhankelijk en afhankelijk van de seismische bron. Door blootstelling aan intens geluid kan schade optreden aan het gehoorstelsel van organismen, maar kan ook andere fysische schade optreden, zoals stress en orgaanschade.

7.3 *Besluit*

7.3.1 Aanvaardbaarheid

Onderwatergeluid

Het geluidsniveau veroorzaakt door een verhoogde intensiteit van scheepvaart, baggerwerken, plaatsing van een gravitaire fundering, gebruik van de suction bucket techniek en storten van erosiebescherming, is beperkt. Dit is bovendien een geluid dat tijdelijk voorkomt in een beperkt gebied. Vandaar dat de mogelijke effecten door deze activiteiten, voor wat betreft hun geluidsemissies, aanvaardbaar zijn.

De belangrijkste effecten tijdens de constructiefase zullen zich hoogstwaarschijnlijk situeren indien er palen geheid worden. Het hierdoor veroorzaakte onderwatergeluid is van een niveau waarbij significante effecten optreden bij vissen en zeezoogdieren en mogelijk ook andere componenten van het ecosysteem. Deze effecten kunnen optreden over een zeer groot gebied en van primaire (dood, verwonding, verstoring van organismen) en secundaire aard zijn (verlies aan habitat, prooiorganismen,...). Ongetwijfeld zullen deze effecten grensoverschrijdend voorkomen, gezien de ligging van het concessiegebied nabij

Nederlandse wateren.

Rekening houdend met de mogelijke effecten zijn de configuraties van het project waarbij gebruik gemaakt wordt van het heien van monopile en jacket funderingen enkel aanvaardbaar mits een strikte inachtnaam van onderstaande voorwaarden en een intensief monitoringsprogramma. Indien aan onderstaande voorwaarden voldaan wordt, valt het niet te verwachten dat er significante en langdurige effecten zouden optreden in de NATURA 2000 gebieden in Belgische en buitenlandse wateren, gezien de afstand van de concessiezone tot deze gebieden.

Het onderwatergeluid, en de effecten ervan tijdens de exploitatiefase zijn weinig bestudeerd, maar blijven hoogstwaarschijnlijk beperkt tot een aantal gevoelige soorten. Vandaar dat de mogelijke effecten aanvaardbaar geacht worden zonder mitigerende maatregelen. Gezien dit een hiaat in de kennis betreft, dient ook hier een monitoring te worden uitgevoerd.

Geluid boven water

Gezien de beperkte geluidsniveaus en de afstand tot de kust, zijn de potentiële effecten van het geluid boven water voor zowel de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen voor alle scenario's en technieken aanvaardbaar.

Seismisch onderzoek

Het seismisch onderzoek is plaatselijk en sterk beperkt in tijd. Vandaar dat het project, mits het naleven van de bestaande wetgeving en de onderstaande voorwaarden, voor wat betreft het uitvoeren van seismisch onderzoek aanvaardbaar is.

7.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen

7.3.2.1 Onderwatergeluid

Enkel de voorwaarden en aanbevelingen met betrekking tot de productie van het onderwatergeluid worden hier besproken. Voorwaarden resulterend uit het effect van onderwatergeluid op zeezoogdieren of vislarven worden respectievelijk in de hoofdstukken zeezoogdieren en macrobenthos, epibenthos en visgemeenschappen behandeld.

Voor wat betreft onderwatergeluid is het gebruik van gravitaire funderingen of de suction bucket techniek minder belastend voor het mariene milieu.

Er bestaan oplossingen om het geluidsdrukkniveau geproduceerd door heien te verlagen. Water is een dicht en bijna onsamendrukbaar medium en een verzwakking van het geluid is mogelijk indien een tweede, meer samendrukbaar en minder dicht, medium kan worden geïnstalleerd in het pad van de geluidsvoortplanting. Dit werd reeds getest op zee met behulp van gordijnen die werden ingezet rond de paal en die werden gemaakt van luchtballen of schuim (Nehls *et al.*, 2007). Het gebruik van luchtbelgordijnen kan de maximale geluidsemisatie tijdens het heien verminderen met 10 tot 15 dB re 1 μPa (Rustemeier *et al.*, 2011) of 20dB re 1 μPa (Nehls *et al.* 2007). De sterke getijdestroom aanwezig in

het gedeelte van het BDNZ zone waar het Norther windpark zou worden geïnstalleerd, vormt een extra moeilijkheid voor het gebruik van dergelijke technieken, maar een aangepast ontwerp van het luchtbellengordijn is mogelijk (Lucke *et al.*, 2011). Andere mitigerende maatregelen, zoals het gebruik van akoestische afschrikmiddelen (Gordon *et al.*, 2007) en seizoenale heibeperkingen, worden besproken in het hoofdstuk zeezoogdieren.

7.3.2.1.1 Voorwaarden Onderwatergeluid

Tijdens de constructiefase dient waargenomen sterfte van organismen zoals e.g. vogels, zeezoogdieren, vissen, koptogen (Cephalopoda) te worden gemeld aan de BMM.

Indien geheid wordt, dient de BMM dagelijks op de hoogte te worden gebracht van de locatie, het tijdstip van de start van het heien en het tijdstip van het stoppen van het heien. De heikalender, waarop de locatie, het tijdstip en het toegepaste vermogen bij het heien vermeld worden, dienen aan het eind van de heiactiviteiten overgemaakt te worden aan de BMM.

Indien er gekozen wordt om funderingen te heien en indien het onderwatergeluidsniveau (nul tot max. SPL) op 750 m van de bron hoger is dan 185 dB re 1 μ Pa, dan moeten technieken toegepast worden die het niveau van het onderwatergeluid beperken (vb. gebruik van een bellengordijn, gebruik van een geluidsabsorberende mantel, gebruik van een alternatieve heihamer of aanhouden van een langer contact tussen hamer en paal), of het heien te vervangen door alternatieve technieken die minder onderwatergeluid veroorzaken (vb. vibro-piling). Deze technieken moeten vooraf door de BMM goedgekeurd worden.

7.3.2.1.2 Aanbevelingen Onderwatergeluid

Indien er gekozen wordt om funderingen te heien dan wordt er aanbevolen om technieken toe te passen bij het heien die het niveau van het onderwatergeluid beperken (vb. gebruik van een bellengordijn, gebruik van een geluidsabsorberende mantel, gebruik van een alternatieve heihamer of aanhouden van een langer contact tussen hamer en paal), of het heien te vervangen door alternatieve technieken die minder onderwatergeluid veroorzaken (vb. suction bucket). Dit zelfs indien het onderwatergeluidsniveau (nul tot max. SPL) op 750 m van de bron lager is dan 185 dB re 1 μ Pa.

Er wordt aanbevolen om op voorhand technische alternatieven voor het heien te onderzoeken en hun gebruik te overwegen in de planning van het project. Als het monitoringsprogramma overtuigende resultaten levert van milieuschade die optreedt ten gevolge van geluid of trillingen kunnen eventueel structurele aanpassingen toegepast worden, na overleg met de BMM, om het niveau van de trillingen en het geluid terug te dringen, of het frequentiespectrum ervan te wijzigen.

Er wordt aanbevolen om de periode waarin de palen geheid worden zo kort mogelijk te houden.

7.3.2.2 Geluid boven water

Er worden geen voorwaarden noch aanbevelingen geformuleerd met betrekking tot geluid boven water.

7.3.2.3 Seismisch onderzoek

Gezien de geluidsniveaus die bij seismisch onderzoek kunnen ontstaan is dit potentieel schadelijk voor biota en vooral voor zeezoogdieren. Vandaar dat in een aantal landen, vooral deze waar zich olie- en gasreserves in de zeebodem bevinden, richtlijnen van kracht zijn voor het verminderen van de intensiteit en de duur van het geluid en het vermijden en verminderen van effecten op biota (vb. JNCC, 2010).

Maatregelen die toegepast worden in het buitenland om mogelijke effecten van seismisch onderzoek op zeezoogdieren te voorkomen of te verminderen, zijn onder meer (Weir & Dolman, 2007):

- Het niet uitvoeren van het onderzoek in periodes en gebieden met hoge dichtheden aan zeezoogdieren;
- Het gebruik van de geluidsbron met de laagst mogelijke energie;
- Eliminatie van onnodige hoge frequenties;
- Limitatie van de horizontale propagatie van het geluid;
- Voortdurende visuele en akoestische controle van het surveygebied m.b.t. de aanwezigheid van zeezoogdieren;
- Het niet inzetten van krachtige systemen tijdens de nacht of bij slechte zichtbaarheid;
- ‘Ramp-up’ of ‘soft start’ procedure, waarbij de survey aanvangt met lagere vermogens.

7.3.2.3.1 Voorwaarden Seismisch Onderzoek

Voor het bodemonderzoek zijn de volgende bepalingen van toepassing:

- Het onderzoek wordt niet aangevat, of moet gestaakt worden, bij waarneming van zeezoogdieren in de buurt van het onderzoeksvaartuig, en vangt niet aan of wordt niet hervat vóór de dieren zich op voldoende afstand (minstens 500 m) van het vaartuig verwijderd hebben;
- Het onderzoek wordt uitgevoerd met een ‘ramp-up’ procedure, waarbij de survey aanvangt met een energie-output die geleidelijk aan opgebouwd wordt en waarbij de maximale energie-output pas na minstens 20’ bereikt wordt;
- Het onderzoek wordt uitgevoerd met de laagst mogelijke output-energie en het laagst mogelijke brongeluidsniveau dat het bereiken van de doelstelling van het onderzoek mogelijk maakt;
- Ten laatste 10 kalenderdagen voor elke survey zal de volgende relevante informatie rechtstreeks aan de BMM overgemaakt worden:
 - naam van schip;
 - haven van vertrek;
 - datum en uur van vertrek;
 - datum van survey;
 - gebruikte toestellen en specificaties (vermogen en frequenties, capaciteit van de luchtkamer, aantal schoten);

- positie van tracks/transects.
- Tijdens de uitvoering van het seismisch onderzoek kan op vraag van de BMM een waarnemer aan boord van het seismisch vaartuig geplaatst worden en eventueel kunnen door de waarnemer ad hoc specifieke richtlijnen worden gegeven;
- Ten minste twee kalenderdagen voor elke survey zal volgende informatie aan het MRCC (met kopie aan MIK) overgemaakt worden:
 - datum en tijdstip van de aanvang van het onderzoek;
 - met welke vaartuigen en met welke middelen welke activiteiten op welk ogenblik gepland zijn;
 - bij het niet ter plaatse blijven voor het uitvoeren van de activiteiten, de geplande vooruitgang van de activiteiten.

7.3.2.3.2 Aanbevelingen Seismisch onderzoek

De maatregel die potentieel het meeste effect heeft, is het niet uitvoeren van seismisch onderzoek tijdens de meest gevoelige periode voor zeezoogdieren en vissen. Deze periode strekt zich uit in het voorjaar, tussen 1 januari en 1 mei. Er wordt aanbevolen het seismisch onderzoek niet tijdens deze periode uit te voeren.

Er wordt aangeraden om tijdens het seismisch onderzoek continu een visuele en/of akoestische monitoring uit te voeren voor het tijdig opsporen van zeezoogdieren in de buurt van het survey vaartuig.

7.4 Monitoring

7.4.1 Monitoring Onderwatergeluid

De belangrijkste aspecten van de monitoring van de effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren tijdens de constructiefase en exploitatiefase worden in het hoofdstuk zeezoogdieren opgenomen. Door middel van de resultaten van het onderzoek van de fysische aspecten van het geluid, samen met gegevens in de literatuur, kunnen eventuele effecten op vissen en zeezoogdieren afgeleid worden. Daarnaast kunnen ook vaststellingen tijdens de werkzaamheden of de exploitatiefase mogelijk in verband gebracht worden met geluidsoverlast. Zo dient sterfte van zeezoogdieren, vissen en cephalopoden in het werfgebied en de omgeving tijdens het heien van palen door de exploitant te worden gerapporteerd aan de BMM.

Meetprotocol:

In het huidige meetprotocol worden de metingen enkel uitgevoerd met een hydrofoon op drift. Er is nood aan een tweede, gelijktijdige meting om een beter beeld te krijgen van de propagatie van het geluid in de bathymetrisch complexe omgeving van het BDNZ. Daarnaast is het huidige protocol niet bruikbaar bij meteorologisch ongunstige omstandigheden (vanaf seastate >3) of voor lange tijdseries (> 12h). Deze beperkingen, samen met de evolutie naar een Europese standaard voor de monitoring van de effecten van windmolenparken (zie bv. Muller en Zerbs, 2011), pleiten voor het gebruik van een autonoom afgemeerd meetstation.

Referentietoestand:

Gezien de aanwezigheid van andere windmolenparken in de onmiddellijke omgeving van het projectgebied kan men een lichte verhoging verwachten in het achtergrond geluidsdrukkniveau ten opzichte van de referentieniveaus die werden opgemeten voor C-Power fase I en Belwind. Het geluidsdrukkniveau zal minstens één keer gemeten moeten worden volgens de nieuwe versie van de meetprotocols zoals gebruikt voor C-Power en Belwind (Henriet *et al.*, 2006, Haelters *et al.*, 2009).

Constructiefase:

Indien geheid wordt tijdens de constructiefase, dan moet het geluid van het heien worden gemeten door middel van één of meerdere autonoom afgemeerde stations al dan niet in combinatie met een hydrofoon op drift. Dit zowel in de directe omgeving van de werkplek, alsook op grote afstand van de bron (tot waar de geluidsdemping het niveau van het achtergrondgeluid bereikt). Om veiligheidsredenen wordt een minimale afstand tot de werkzaamheden (het heiplatform) van 500 m genomen. Aangezien dit “far field” metingen betreft en rekening houdend met de demping van het onderwatergeluid die anders is voor de verschillende frequenties, wordt gekozen om metingen uit te voeren in het spectrum van 10 Hz tot 10kHz. De positie van de verschillende metingen worden geregistreerd om informatie te bekomen over de voortplanting van onderwatergeluid in de complexe omgeving van het BDNZ. Ook bij het gebruik van de suction bucket techniek zullen geluidsmetingen uitgevoerd worden bij gebrek aan publiek beschikbare gegevens met betrekking tot het onderwatergeluid geproduceerd bij deze installatiewijze. Geluidsmetingen moeten worden uitgevoerd tijdens de installatie van ten minste twee funderingen. Het doel van de metingen is het bepalen van de verhoging van het geluidsniveau door de werken en het spectrum van het geluidsniveau.

Operationele fase:

Bij het gebruik van stalen funderingen zal het tijdens de operationele fase noodzakelijk zijn om de geproduceerde onderwatergeluid zowel binnen het park als erbuiten te meten (vb. op 500m van het windpark). Een recente studie toonde aan dat e.g. stalen monopiles 20 tot 25 dB re 1 μ Pa hogere onderwatergeluidsniveaus veroorzaken dan gravitaire funderingen (Norro *et al.*, 2011). Voor dit windmolenpark zijn er verschillende configuraties voorzien waaronder ook één met een mogelijke toename in grootte van de turbines. De monitoring van het onderwatergeluid tijdens de operationele fase zal zich richten op de karakterisering van het geproduceerde geluid in verschillende weersomstandigheden. Hiervoor zullen minstens vier sets van metingen nodig zijn, twee in matige 3-4 Bft windstaat en twee tijdens een stormachtige gebeurtenis (deze laatste metingen dienen te worden verkregen vanop een vast meetstation). Net als bij de metingen tijdens de bouwphase dient het spectrum waarover gemeten wordt tenminste 10 Hz – 10 kHz te dekken. Indien verschillende types fundering of turbine gebruikt worden, dienen de metingen voor elk type te worden herhaald en met elkaar worden vergeleken. Waar mogelijk dienen brongeluiden te worden bepaald of afgeleid.

Ontmantelingsfase:

Het is nog niet gekend welke methodes gebruikt zullen worden tijdens de ontmantelingsfase. Gezien de leemte in de kennis is het nodig om ook tijdens deze fase het veroorzaakte onderwatergeluid te karakteriseren.

7.4.2 Monitoring Geluid boven water

Op basis van de resultaten van de monitoring van C-Power en Belwind (Dekoninck and Bottledooren, 2010; 2011) werd besloten dat de monitoring van het bovenwatergeluid in het kader het voorgestelde project niet vereist is.

7.4.3 Monitoring Seismisch onderzoek

Wat betreft de productie van onderwatergeluid tijdens seimisch onderzoek wordt er geen monitoring voorzien.

8. Risico en veiligheid

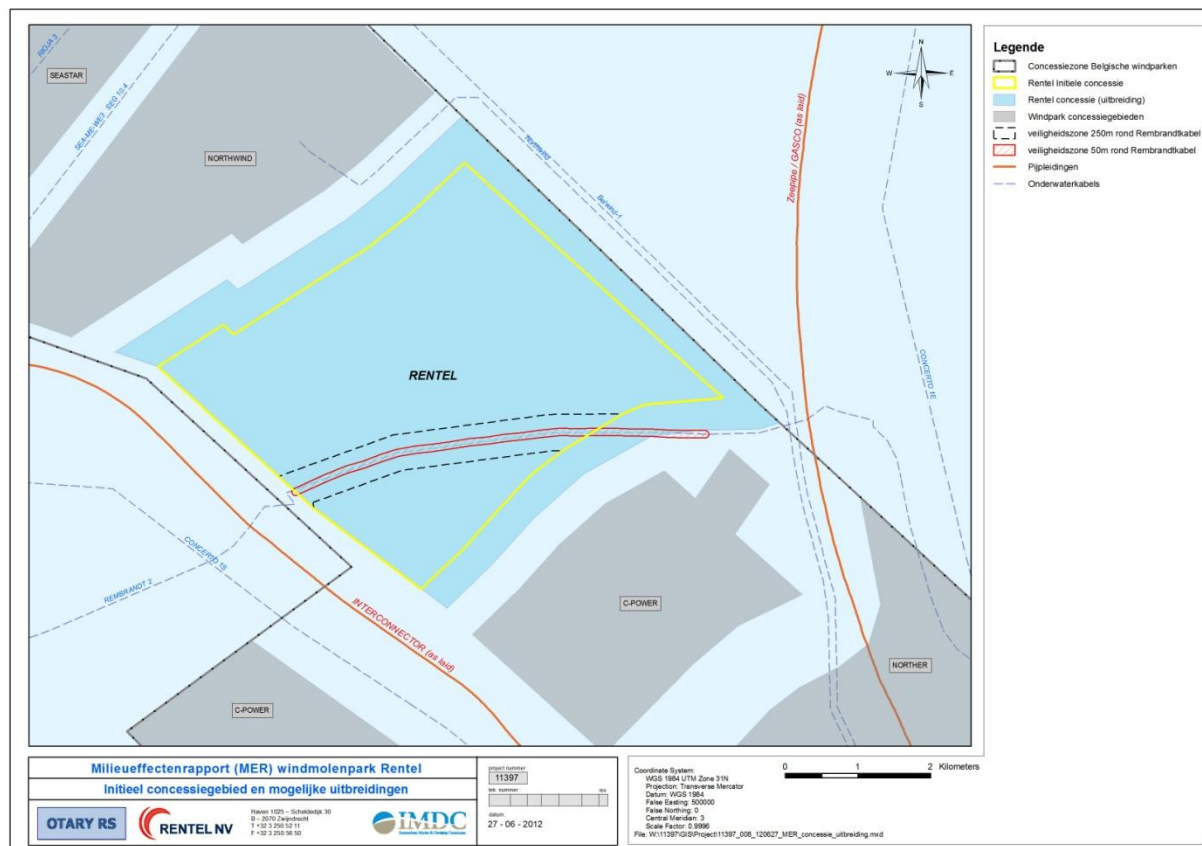
- De exploitatie van een windmolenpark in een zone waar zich voorheen een scheepvaartroute bevond, brengt een aantal extra risico's met zich mee die ook in de reeds vergunde windmolenparken aanwezig zijn;
- de kans op aanvaring- of aandrijfongevallen van schepen met de Rentel turbines wordt geschat van 1 op ~45 jaar (basisconfiguratie);
- als de hele Belgische windmolenzone (met uitzondering van de meest noordelijke zone) ingevuld wordt dan stijgt de kans op aanvaar- of aandrijfongevallen naar 1 op 4 jaar;
- de realisatie van het Rentel windmolenpark heeft een verwaarloosbare invloed op het aantal schip-schip aanvaringen op het Belgisch deel van de Noordzee;
- de kans op uitstroom van bunkerolie en ladingolie in de Belgische Noordzee neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een Rentel windturbine maximaal toe met ~0.3%;
- een olielozing in het Rentel gebied kan een groot gebied verontreinigen en kan, afhankelijk van de weerscondities, de lozingslocatie, het tijdstip van de lozing, het olietype, etc... zowel Belgische als Nederlandse beschermde mariene gebieden bereiken;
- de activiteit is enkel aanvaardbaar indien er de nodige preventie- en voorzorgsmaatregelen genomen worden om de veiligheid verder te verhogen en de kans op een ongeval met eventuele milieuschade tot gevolg te beperken
- het Rentel project is voor wat betreft risico en veiligheid aanvaardbaar voor zowel de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen, mits het strikt naleven van een aantal voorwaarden. Wat betreft de te gebruiken technieken en configuraties zijn de aanvarings- en aandrijfkansen het laagst in scenario 3 (minst aantal turbines), maar verwachten we de minste gevolgschade indien monopile funderingen gebruikt zouden worden (scenario 1 en 2).
- Wat betreft risico en veiligheid verwachten we voor scenario 2 in combinatie met monopile funderingen het laagste ecologische risico.

8.1 Inleiding

Dit hoofdstuk behandelt de te verwachten effecten van het project op het mariene milieu ten gevolge van defecten, ongevallen en rampen. Het is dus van groot belang te weten hoe de aanwezigheid van het windmolenpark, van bouw tot exploitatie en ontmanteling, specifieke risico's op verontreiniging met zich meebrengt, en hoe ze de bestaande risico's (meestal in verband met scheepvaart) wijzigt. De te onderzoeken effecten op het gebied van veiligheid worden niet beperkt tot het natuurgedeelte van het milieu, maar breiden zich uit tot de mens en materiële goederen. De effecten op radar, scheepscommunicatie en scheepvaart vallen in de categorie van effecten van het windmolenproject op menselijke activiteiten, maar worden in dit hoofdstuk behandeld gezien het nauwe verband met de scheepvaartveiligheid. De aanwezigheid van schadelijke stoffen in het park wordt apart in hoofdstuk 9 behandeld.

8.1.1 Situering van de zone

De Rentel domeinconcessie bevindt zich binnen de zone voorbehouden voor de productie van elektriciteit uit water, stromen of winden (KB 17/05/2004, gewijzigd bij KB 03/02/2011) en is gelegen op ongeveer 31 km van de kust. Het offshore windmolenpark Rentel zou zich situeren tussen het operationele C-Power windmolenpark op de Thorntonbank en het volledig vergunde Northwind windmolenpark op de Lodewijkbank.

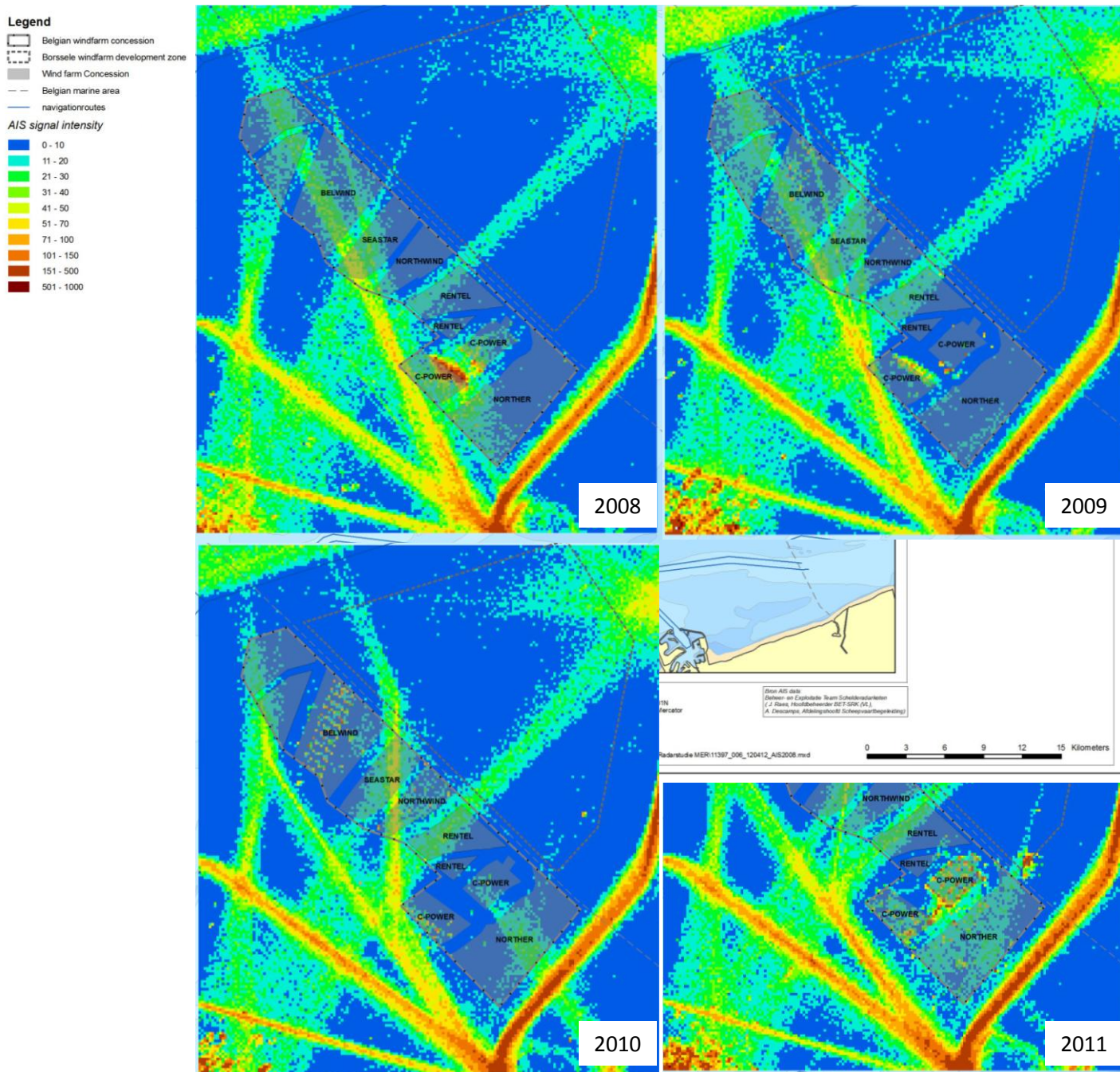


Figuur 8.1 Situering Rentel projectgebied t.o.v. omliggende concessiezones, kabels en pijpleidingen. Geel: de bekomen domeinconcessie; blauw gebied: aangevraagde uitbreiding (bron: IMDC, 2012).

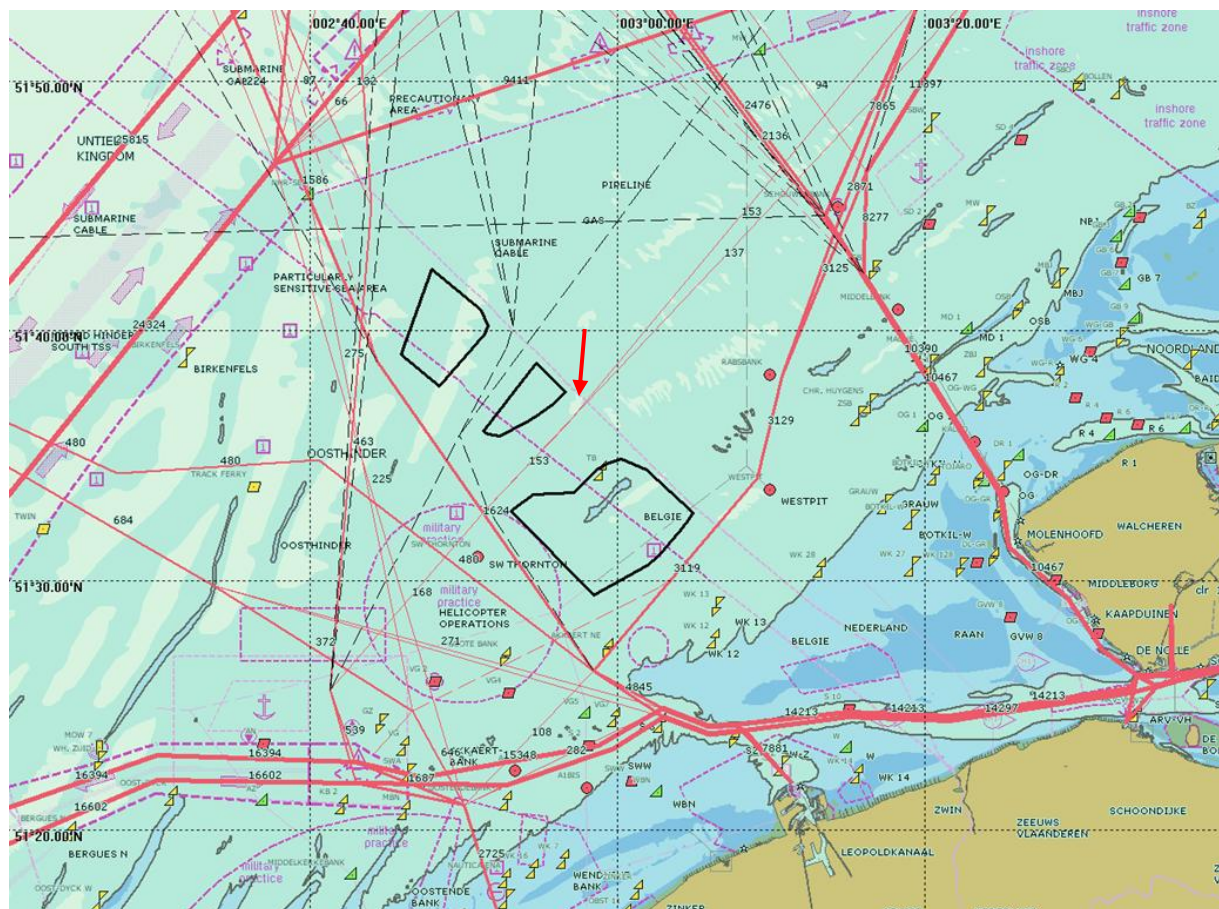
8.1.2 Huidige scheepvaartroutes en scheepvaartdruk

Beelden van de huidige scheepvaartdruk en gevolgde routes in de zone rond het concessiegebied van Rentel worden hieronder weergegeven in Figuur 8.2. Het (onbeloodste) verkeer vanaf Steenbank naar Wandelaar vaart overwegend langs de zogenaamde Thornton route doorheen het noordoosten van de Rentel concessie. Figuur 8.2 illustreert ook dat de realisatie van het C-Power windmolenpark en vooral het Belwind windmolenpark een duidelijke herorganisatie van de scheepvaart in de omgeving van de windmolenzone heeft veroorzaakt. Met de verwezenlijking van het Northwind project zal de scheepvaart zich verder herorganiseren volgens een patroon dat waarschijnlijk overeenkomt met Figuur 8.3. Door de realisatie van het Northwind project zullen de scheepvaartroutes zich verder herorganiseren en zullen de routes die ten zuidoosten en noordwesten rondom de Belgische windmolenzone gaan aan belang winnen. Uit figuur 8.3 blijkt

dat, zelfs met realisatie van het Northwind project, er een Thornton route overblijft ten zuidoosten van de Lodewijkbank waarmee voor dit project rekening dient gehouden te worden.



Figuur 8.2 Evolutie van het scheepvaartverkeer rondom en tussen de windmolenparken tussen 2008 en 2011 (bron AIS-data: Beheer- en Exploitatie Team Schelderadarketen, J. Raes, Hoofdbeheerder BET-SRK (VL), A. Descamps, Afdelingshoofd Scheepvaartbegeleiding- IMDC, 2012)



Figuur 8.3 Verkeerssituatie bij aanwezigheid van (van noordwest naar zuidoost) Belwind, Northwind, C-Power en Norther met (MARIN, 2011b) met aanduiding van de nieuwe Thorntonroute (rode pijl).

8.2 Te verwachten effecten

De volgende effecten worden besproken:

- industriële risico's;
- invloed van het park op radar en scheepscommunicatie;
- effecten van de voorgenomen activiteiten op de scheepvaart;
- risico's te wijten aan de veranderingen in de scheepvaart;
- risico's gebonden aan de elektriciteitskabels.

8.2.1 Industriële risico's

De faalkansen van verschillende onderdelen van de windturbines werden door Senternovem onderzocht aan de hand van historische faalgegevens en dit voornamelijk aan de hand van windturbines op land (Senternovem 2005, in SGS 2007). Hieruit bleek dat de faalfrequentie het hoogst is voor kleine onderdelen uit de gondel; daarvoor bedraagt de verwachtingswaarde 1 falen om de 833 jaar. Enerzijds wordt verwacht dat windturbines veiliger en betrouwbaarder worden ten gevolge van de voortdurende en

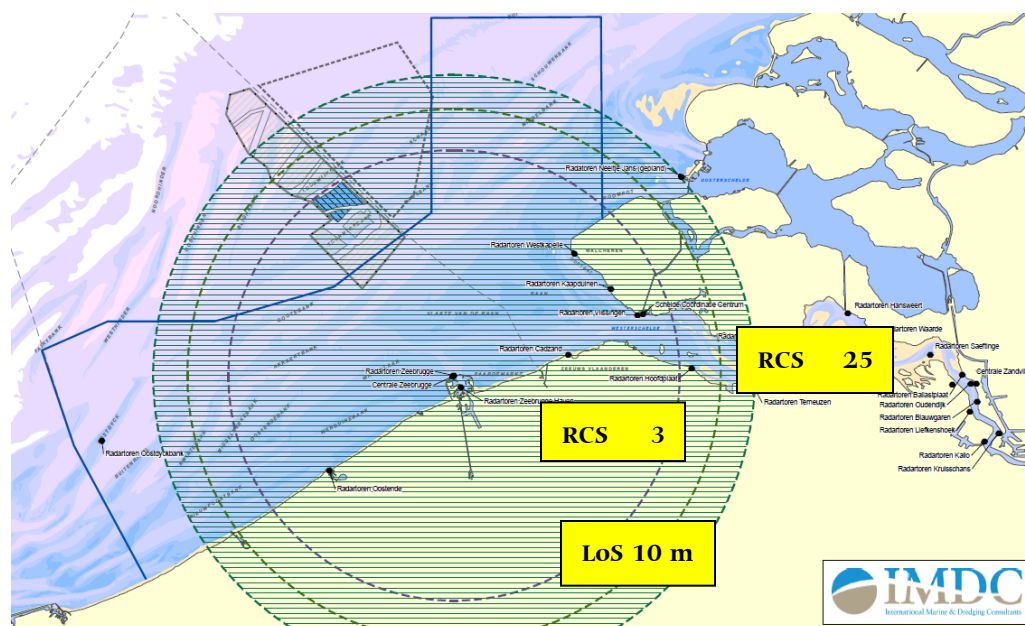
snelle ontwikkelingen in de windsector, zodat kan verondersteld worden dat de windturbines die aangewend zullen worden in het Rentel windmolenpark lagere faalkansen zullen vertonen. Anderzijds is gebleken dat de faalfrequentie op zee gevoelig hoger ligt dan op land (o.a. data C-Power, Belwind). Naast de faalkans werd ook de werpafstand van onderdelen (blad of deel van afbrekend blad) onderzocht voor 3MW: de werpafstanden zijn maximaal 300m. Voor grotere turbines (5 -7 MW) wordt afgeleid dat bij beperkte niet lineaire stijging in maximale werpafstand de veiligheidszone van 500m rond het windturbine park als een veilige grens kan beschouwd worden voor dit fenomeen voor de heel range van windturbines tussen 3-7MW. De windturbines zijn tevens voorzien van een automatisch brandbeveiligingssysteem en een geïntegreerd concept voor bescherming tegen blikseminslag.

Analyse van de incidenten tijdens de bouwphase van de C-Power en Belwind windmolenparken geeft aan dat operaties in mindere weersomstandigheden verantwoordelijk waren voor een groot deel van de incidenten, naast motorpech, problemen met het design van onderdelen en ervaring van kapiteins. Om toekomstige incidenten te vermijden stelt Mott Mac Donald (2011) voor om een hogere ‘vessel classification standard’ te gebruiken dan dat van de VK Maritime and Coastguard Agency (MCA) om zeker te zijn dat de schepen goed presteren in slechte weersomstandigheden. Voorbeelden van dergelijke standaarden zijn DNV, GL of ABS classificaties.

8.2.2 Invloed van het park op radar en scheepscommunicatie

8.2.2.1 Invloed op de waarnemingen van de SRK walradarstations

Vrijwel het volledige Belgische concessiegebied ligt buiten het wettelijke werkingsgebied van de SRK walradarketen (Figuur 8.4). In praktijk strekt het feitelijke werkingsgebied zich verder uit en ook de scheepvaart buiten het wettelijke werkingsgebied wordt voor zover mogelijk opgevolgd. De reikwijdte van de SRK radarstations wordt enerzijds bepaald door de effectieve LoS (Line of Sight), en anderzijds door de RCS (Radar Cross Section) van de schepen.



Figuur 8.4 wettelijk SRK werkingsgebied (afgebakend met donkerblauwe lijn) en de Belgische windmolenzone (zwarte lijn). Drie voorbeelden voor de SRK radar van Zeebrugge omtrent beperking van de reikwijdte in functie van line of sight (LoS) en Radar cross section (RCS) (IMDC, 2012).

In de Flemtek_IMDC-studie (2012) opgesteld naar aanleiding van de vergunningsaanvraag van Rentel werd bepaald dat er zich geen wezenlijke verandering zal voordoen voor wat de opvolging van de scheepvaarttrafiek betreft bij een realisatie van de offshore windmolenparken binnen het afgebakende Belgische concessiegebied, en dit zowel vanuit de Vlaamse als de Nederlandse SRK radarstations.

8.2.2.2 Invloed op de waarnemingen van scheepsradars

Met betrekking tot de operationele werking van de scheepsradar aan boord van de vaartuigen in de omgeving van de windmolenparken zal er zich geen wezenlijke verandering voordoen voor wat de opvolging van de scheepvaarttrafiek betreft, ook bij een volledige realisatie van alle offshore windmolenparken binnen het afgebakende concessiegebied op het BDNZ (Flemtek_IMDC-studie, 2012). De meeste fenomenen zijn nu reeds bekend wanneer zich een voldoende groot object (in casu ander schip) in de nabijheid van de eigen scheepsradar bevindt. De radaroperatoren aan boord zijn dan ook met deze verschijnselen voldoende vertrouwd. Voor de opvolging van het scheepvaartverkeer in een windmolenpark, of voor de opvolging vanuit een windmolenpark dient de opmerking gemaakt dat er zich direct achter windturbines dode zones kunnen voordoen.

8.2.2.3 Invloed op de scheepscommunicatie

In het Verenigd Koninkrijk werden uitgebreide testen uitgevoerd naar de invloed van een bestaand

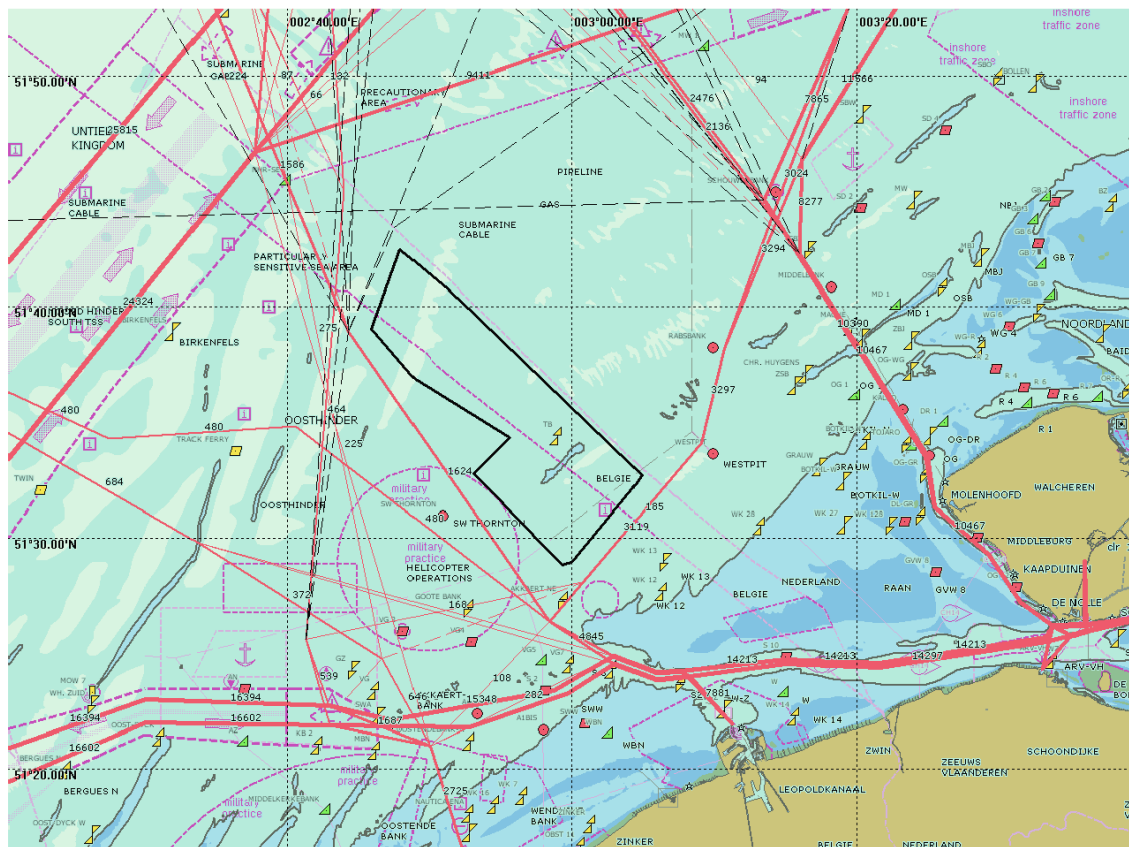
offshore windmolenpark (North Hoyle, 5 rijen van 6 - 2 MW turbines), op radiofonie en scheepsradars (MCA and Qinetiq, 2004). Hieruit werd besloten dat er geen noemenswaardige effecten optraden voor de radiofonie. Ook in Flemtek_IMDC (2012) werd gesteld dat met betrekking tot de VHF radiostations er zich geen wezenlijke verandering zal voordoen op Belgisch of Nederlands grondgebied voor wat de opvolging van de scheepvaarttrafiek betreft bij een volledige realisatie van alle offshore windmolenparken binnen het afgebakende concessiegebied op het BDNZ. Dit geldt evenzeer voor de werking van het AIS systeem als voor het RDF systeem. De verwachte wijzigingen in secundaire navigatieroutes rondom de offshore windmolenparken verdienen wel de nodige aandacht in verband met de veiligheid van de scheepvaarttrafiek, waarbij de radio communicatie doorheen de windmolenparken tussen schip en schip gestoord tot onmogelijk zal zijn (Flemtek_IMDC, 2012).

8.2.2.4 Bewaking van de Belgische windmolenparken

Uit Figuur 8.4 blijkt dat er maatregelen getroffen moeten worden om het scheepvaartverkeer te begeleiden aan en rond het meer zeewaarts gelegen gedeelte van de Belgische windmolenzone. Hierbij kan gedacht worden aan een bijkomende radarinstallatie, op een gepaste locatie en met eventueel een beperkte reikwijdte (Flemtek_IMDC, 2012). Een dergelijke extra radarinstallatie zou ten goede komen van alle offshore windmolenparken (Norther, C-Power, Rentel, Northwind, Belwind, en eventuele andere toekomstige initiatieven).

8.2.3 Effecten van de voorgenomen activiteiten op de scheepvaart

Hierboven (8.1.3) werd een overzicht gegeven van de huidige scheepvaartpatronen en de verwachte evolutie ervan na realisatie van de reeds vergunnen windmolenparken. Indien het Rentel project gerealiseerd wordt zou men kunnen verwachten dat het deel van de Thornton route dat zich ten zuidoosten van de Lodewijkbank bevindt (zie figuur 8.3) zich zou kunnen verleggen ten noorden van de Lodewijkbank en aldus enkel nog door het concessiegebied van Seastar kunnen passeren. Het valt te echter verwachten dat ook in deze concessie zich een project zal realiseren waardoor alle scheepvaart in het gebied gebruik zullen maken van de routes die ten zuidoosten en noordwesten rondom de Belgische windmolenzone gaan (figuur 8.5). De toename van het aantal afgelegde scheepsmijlen (voor de situatie in figuur 8.5, ten opzichte van de situatie met de reeds vergunde windmolenparken) als gevolg van de veranderde routes op de Belgische Noordzee wordt op minder dan 500 nm per jaar becijferd (Marin, 2011b).



Figuur 8.5 Verkeerssituatie bij scenario bij aanwezigheid van (van noordwest naar zuidoost) Belwind, Seastar, Northwind, Rentel, C-Power en Norther (MARIN, 2011b)

8.2.4 Risico's te wijten aan de veranderingen in de scheepvaart

8.2.4.1 Aanvaring en Aandrijfrisico's

In het verleden werd reeds menige veiligheidsstudie uitgevoerd met betrekking tot de gevolgen van de inplanting van offshore windmolenparken in het Belgisch deel van de Noordzee: de studie van de BMM voor het windmolenpark op de Vlakte van de Raan (2001), de studie van Germanischer Lloyd voor het windmolenpark op de Thorntonbank (2004), de MARIN studie voor het windmolenpark op de Bligh Bank (2007), de studie door Det Norske Veritas (DNV) voor het windmolenpark op de Lodewijkbank, de studies van MARIN voor het Norther project (MARIN, 2011a en b). Het belangrijkste risico dat hier steeds in terugkomt is het risico op aanvaring en aandrijving van een schip met de turbines van het windmolenpark en de mogelijke gevolgen hiervan. Uit de recente studies van Marin (2011a en b) blijkt dat de kans op een aanvaring of aandrijving van een schip met één van de turbines van het Rentel project relatief laag is t.o.v. de reeds vergunde parken (tabel 8.1). Dit komt omdat het concessiegebied van Rentel zich, met het verplaatsen/verdwijnen van de Thorntonroute, relatief veraf bevindt van de

scheepvaartroutes. Daarenboven wordt het park ten noordwesten en zuidoosten als het ware afgeschermd door de reeds vergunde windmolenparken (respectievelijk Northwind en C-Power). MARIN (2011b) berekende ook het cumulatieve aandrijf/aanvaringsrisico als de hele Belgische windmolenzone (met uitzondering van de Mermaid concessie) ingevuld wordt. Het totale risico op aanvaring/aandrijving voor de hele Belgische windmolenzone komt dan op 1 ongeval om de 3,7 jaar. Deze ongevallen omvatten zowel deze met minimale gevolgen als deze met ernstige gevolgen voor het leefmilieu.

Tabel 8.1 Verwachte aanvaringen en aandrijvingen in de Belgische windmolenzone (bron. Marin 2011b).

Windpark	Aantal aanvaringen (rammen)		Aantal aandrijvingen (driften)		Totaal (per jaar)	Frequentie (in jaar)
	Routegebonden schepen	Niet routegebonden schepen	Routegebonden schepen	Niet routegebonden schepen		
Norther	0,03700	0,01593	0,03628	0,00537	0,09458	10,6
Belwind	0,00580	0,00803	0,04848	0,00499	0,06729	14,9
Eldepasco	0,00023	0,00322	0,02362	0,00315	0,03023	33,1
C-Power	0,00424	0,00279	0,01997	0,00263	0,02963	33,7
Rentel	0,00009	0,00227	0,01663	0,00288	0,02187	45,7
Seastar	0,00108	0,00519	0,01517	0,00237	0,02381	42,0
TOTAAL	0,04844	0,03743	0,16015	0,02139	0,26741	3,7

8.2.4.2 Schip – schip aanvaringen

Tijdens de constructiefase is de kans op aanvaring tussen schepen verhoogd door de bijkomende aanwezigheid van de schepen vereist voor de bouw van het windmolenpark. In het MER werd berekend dat de kans op aanvaring tussen schepen tijdens de constructiefase van het Rentel windmolenpark 2.3% hoger zal liggen dan normaal. Dit verhoogde risico is van zeer tijdelijke aard.

Ook de effecten van de exploitatie van het windmolenpark op schip-schip aanvaringen, buiten de windmolenzone op de Belgische Noordzee, door de veranderingen van de vaartroutes werden berekend in Marin (2011b). Ten opzichte van de situatie met drie vergunde parken (Belwind, C-Power en Northwind) zou de bijkomende aanwezigheid van Norther, Rentel en Seastar een lichte stijging van het aantal schip-schip aanvaringen met 0,13% veroorzaken (in casu van 1,703 schip-schip aanvaringen per jaar naar 1,705 per jaar).

8.2.4.3 Gevolgschade aanvaringen/aandrijvingen

In het MER wordt de gevolgschade van eventuele aanvaring en aandrijvingen op zowel de vaartuigen als de turbines besproken aan de hand van de studie van MARIN uitgevoerd voor het Norther windmolenpark ten zuidoosten van de Thorntonbank (Marin, 2011a). De gevolgschade omvat: schade aan het windmolenpark en schade aan het schip ten gevolge van aanvaringen/aandrijvingen, verontreiniging ten gevolge van een scheepsramp, persoonlijk letsel en impact op de rest van de scheepvaart. In het kader van de milieuvergunning zijn vooral de

eventuele schade aan het schip ten gevolge van aanvaringen/aandrijvingen en de mogelijks daaruit resulterende verontreiniging van belang. De schade aan het schip is o.a. afhankelijk van de afmeting en aard van het vaartuig, de snelheid waarmee het tegen de windmolen of OHVS botst, de manier waarop het tegen deze structuur botst, maar ook van de aard van deze structuur (funderingstype – zie hieronder). Tabel 8.2 geeft een overzicht van de extra uitstroomkansen en hoeveelheid van ladings- en bunkerolie die verwacht kan worden na constructie van de windmolenparken in het BDNZ. Het aandeel in deze uitstroom van ladings- en bunkerolie dat direct te wijten is aan het Rentel project is minimaal gezien de lage aanvaring en aandrijfrisico's van dit project. Zonder mitigerende maatregelen neemt de globale kans op uitstroom van bunkerolie en ladingolie op het BDNZ als gevolg van het risico op aanvaring met een windturbine in een scenario met realisatie van de Norther, C-Power, Rentel, Northwind, Seastar en Belwind windmolenparken toe met ~8.3%.

Tabel 8.2. Uitstroomkansen en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie

	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de ... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³	Frequentie	Eens in de ... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³	
Windmolenzone*	0,002191	457	1,4	0,000458	2185	2,5	378
BDNZ (zonder windmolenzone)	0,023553	42	6,1	0,008280	121	164,2	31

* Exploitatiefase van Norther, C-Power, Rentel, Northwind, Seastar en Belwind

Ook de uitstroom van chemicaliën kan schade veroorzaken aan het milieu. Na realisatie van zowel alle reeds vergunde windmolenparken als het Rentel project en het Seastar project wordt de totale frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine geschat op eens in de ~6000 jaar voor een uitstroom met gering ecologisch risico en eens in de ~10 000 jaar voor een uitstroom met zeer hoog ecologisch risico (Marin, 2011b).

Uit de veiligheidsstudies (Marin, 2011 a en b) blijkt dat aandrijving het grootste risico geeft. Een aandrijving, als gevolg van een storing in de voortstuwing, wordt voorkomen wanneer het schip voor anker kan gaan of de storing op tijd verholpen wordt. Een derde mogelijkheid waardoor de storing niet tot een aandrijving leidt, is wanneer de drifter vroegtijdig wordt opgevangen door een stationssleepboot. De aanwezigheid van een stationsleepboot of ETV in de zone zou de kans op een aanvaring/ aandrijving merkbaar verkleinen (Marin 2011a). Een ETV kan een aandrijving voorkomen wanneer het schip de drifter kan bereiken voordat een windturbine wordt geraakt. De reductie van het aantal aandrijvingen hangt dan ook sterk af van de positie van de ETV op het moment van de melding. In de MARIN studie werd Oostende als thuishaven gekozen voor windkracht 0-4 Bft en werd er aangenomen dat dit schip buitengaats bij ankergebied Westhinder op wacht ligt vanaf windkracht 5 Bft. Voor eerdere configuraties en scenario's in het kader van de MER van het Norther project werd in scenario's met ETV een reductie van het aantal aandrijvingen met ongeveer 68% verwacht t.o.v. scenario's zonder ETV (MARIN, 2010).

8.2.5 Risico's gebonden aan de elektriciteitskabels

Het tracé van de hoogspanningskabel wordt onderworpen aan een bijkomende vergunning volgens de bepalingen van het KB van 12 maart 2000⁸. Hier volstaat het vast te stellen dat de exportkabel de scheepvaartroute Scheur zal doorkruisen. De werkzaamheden voor het leggen van de kabel zullen interfereren met andere gebruikers van de zee en infrastructuur tenzij de gepaste voorzorgsmaatregelen door de aanvrager worden genomen.

Het leggen van de hoogspanningskabel zal moeten gebeuren volgens de voorschriften van de FOD Economie en de kabelvergunning. Het kan echter niet uitgesloten worden dat natuurlijke erosieprocessen langs sommige onderdelen van het tracé tot een blootstelling van de kabel leiden. In elk geval is het waarschijnlijk dat de ligging van kabel horizontaal afwijkt (bij het leggen) of vertikaal afwijkt (bij het leggen en door sedimentbewegingen in de tijd) van de opgelegde voorschriften. Een blootstelling van de kabel houdt een risico in voor de scheepvaart en de visserij door een obstakel te bieden aan scheepsankers en vistuigen. Voor monitoring van de erosie rond de parkkabels wordt verwezen naar hoofdstukken 6 en 13.

8.3 Besluit

8.3.1 Aanvaardbaarheid

De industriële risico's en risico's gebonden aan de constructie en exploitatie van het Rentel project zijn vergelijkbaar met of beperkter dan deze van de andere reeds vergunde parken en zijn, mits het naleven van de voorwaarden (zie verder), aanvaardbaar. Deze aanvaardbaarheid geldt zowel voor de originele als voor de mogelijke uitbreidingen van de Rentel concessie en voor alle types funderingen besproken in het MER (IMDC, 2012).

De cumulatieve effecten van de constructie en exploitatie van de verschillende windmolenparken in het BDNZ op de scheepvaart en de hiermee verbonden risico's zijn enkel aanvaardbaar indien al de nodige preventie- en voorzorgsmaatregelen genomen worden om de veiligheid verder te verzekeren en een ongeval met eventuele milieuschade tot gevolg te vermijden.

8.3.2 Compensaties in milieuvoordelen

In het kader van het onderzoek van deze aanvraag hield de BMM rekening met twee aspecten van de taak van de bevoegde overheid. Enerzijds dient de overheid ervoor te zorgen dat de activiteit, éénmaal aanvaard, geen onaanvaardbaar risico voor het milieu met zich meebrengt en anderzijds heeft de overheid

⁸ Koninklijk Besluit van 12 maart 2002 betreffende de nadere regels voor het leggen van elektriciteitskabels die in de territoriale zee of het nationale grondgebied binnenkomen of die geplaatst of gebruikt worden in het kader van de exploratie van het continentaal plat, de exploitatie van de minerale rijkdommen en andere niet-levende rijkdommen daarvan of van de werkzaamheden van kunstmatige eilanden, installaties of inrichtingen die onder Belgische rechtsmacht vallen.

de verplichting in staat te zijn om bij een incident mogelijke schade voor het milieu, de bevolking en de goederen zoniet te voorkomen dan toch minimaal te houden.

Elk windmolenpark brengt een nieuw risico van zeeverontreiniging met zich mee. Dit vertaalt zich in een nadelig effect van de vergunde activiteit, waarvoor de aanvrager de nodige compensaties in milieuvoordelen dient te geven. Dit kan gebeuren in de vorm van een bijdrage bij de paraatheid van de overheid, die erop gericht is milieuschade door verontreiniging van de Noordzee beter te voorkomen en de daartoe vereiste middelen te versterken. Net als bij de vorige aanvragen voor offshore windmolenparken wordt hier voorgesteld dat Rentel zich aansluit bij het systeem van financiële bepalingen of materiële bijdragen die hiervoor werden voorzien in de reeds bestaande vergunningen voor offshore windmolenparken.

8.3.3 Mitigerende maatregelen, voorwaarden en aanbevelingen

8.3.3.1 Mitigerende maatregelen

Intensief beheer Westpitroute en ETV (preventie aanvaringen/aandrijvingen)

Om de veiligheid in de Belgische windmolenzone verder te verhogen, dient er bijkomend beheer te komen in de zone boven de Westpit. In die zone wordt momenteel niet actief gemonitord gezien er geen VTS (Vessel traffic service) is. Een aangepast beheer van de schepen in de buurt van de windmolenparken, dat de scheepvaart begeleidt op maat, is noodzakelijk. Welke beheersmaatregelen het beste genomen worden, dient in overleg met de bevoegde nautische diensten ter zake besloten te worden en dit zo snel mogelijk opdat de beheersmaatregelen in werking zijn op het ogenblik dat de tweede reeks windmolenparken gebouwd wordt (o.a. Norther en Rentel: vanaf 2015). De optie om een extra radar te plaatsen in functie van de windmolenzone kan bijdragen tot deze verbeterde, aangepaste scheepvaartbegeleiding. Daarnaast bestaat de mogelijkheid om een stationsleepboot of ETV te mobiliseren die de kans op een aanvaring/aandrijving merkbaar kan verkleinen (Marin 2011a).

Aangepaste funderingstypes (preventie gevolgschade)

Uit de veiligheidsstudie van het Anholt windmolenpark (Ramboll, 2009) blijkt dat men de minste gevolgen kan verwachten bij een aanvaring met een monopile fundering. De kans dat de scheepswand doorboord wordt, is groter bij jacket and tripode funderingen (Dalhoff & Biehl, 2005). De gevolgen van een aanvaring met een GBF zijn afhankelijk van de hoogte waarop de schepen in aanvaring komen met de GBF. Indien de basis van de GBF zich onder de romp van het vaartuig bevindt, dan zal het vaartuig in aanvaring komen met de toren en wat kan resulteren in het 'schuiven' langs de fundering wat de hele windmolen uit evenwicht brengt. Indien de basis van de GBF zich niet onder de romp van het vaartuig bevindt, kan de scherpe rand van de basis van de GBF de scheepswand ernstig beschadigen. Dit laatste is onwaarschijnlijk gezien de relatief grote diepte van de Rentel concessie.

Noodplan/SAR (beheersmaatregelen na incident)

Het bestaan van het windmolenpark brengt specifieke beperkingen mee voor de personen die het risico en de gevolgen van een incident moeten beheersen. In het bijzonder wordt er gedacht aan noodhulp per helikopter en bestrijding van verontreiniging. De windmolenactiviteit kan deze operaties immers hinderen, waardoor een incident zwaardere gevolgen kan hebben. Door een specifiek noodplan, overeenkomstig de wettelijke en technische bepalingen, kunnen bepaalde beperkingen in zekere mate ongedaan worden gemaakt.

Betere bestrijding van verontreinigingen (beheersmaatregelen na incident)

De permanente automatische opname van meteogegevens in de windparkzone kan substantieel bijdragen tot betere plaatselijke weersvoorspellingen en derhalve ook tot een grotere accuraatheid van de modellen van verspreiding van verontreiniging die routinematig draaien bij de overheid. Bijgevolg maakt het verwerven van meteogegevens deel uit van de preventieve maatregelen tot een verhoogde veiligheid.

Gezien een variëteit aan meteoparameters gebruikt worden bij het laten lopen van verschillende modellen (golfhoogten, risico analyses....) is het belangrijk om over deze parameters te beschikken. Bovendien is met name de zichtbaarheid belangrijk gezien de meeste ongevallen lijken te gebeuren in mistig weer eerder dan bij ruwe zee. Indien door middel van een infraroodmeter de zichtbaarheid op zee ter hoogte van concessie kan gemeten worden en in (near)realtime doorgestuurd worden naar wal (bv. via de vergunninghouder naar MRCC), kan bij een slechte zichtbaarheid de paraatheid aan de kust verhoogd worden en indien geopteerd wordt voor een stationssleepboot, kan deze in stand-by ter hoogte van de zone geplaatst worden en preventief de veiligheid van de scheepvaart bewaken.

8.3.3.2 Voorwaarden

Noodplan

Vóór de aanvang van de bouwfase moet de houder een noodplan aan het bestuur meedelen.

Voor het opstellen van dit noodplan dient de concessiehouder ten laatste 6 maanden voor de start van de werken contact op te nemen met het bestuur voor aanbevelingen m.b.t. de inhoud van het noodplan. Het begeleidingscomité gaat de conformiteit na van het noodplan met de aanbevelingen en maakt dit noodplan over aan de bevoegde instantie ter afstemming op de noodplannen die van toepassing zijn binnen de zeegebieden.

Het noodplan heeft betrekking tot de noodgevallen voortvloeiend uit de bouwwerkzaamheden of de exploitatie van de activiteit en op de ongevallen die door derden in het concessiegebied worden veroorzaakt. De aanvrager moet voor de uitvoering van dit plan de vereiste werkploegen en uitrustingen (Tier 1- niveau) paraat houden.

In het noodplan moeten eveneens procedures voorzien worden voor volgende situaties:

Stopzetten / opstarten tijdens zware storm;
Stopzetten / opstarten t.g.v. technische defecten;
Stopzetten / opstarten tijdens grote vogeltrek met verhoogde kans op vogelsterfte;
Stopzetten / opstarten t.g.v. een vordering van de Nautische Dienstchef scheepvaartbegeleiding;
Stopzetten / opstarten t.g.v. een vordering van het Bestuur/FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu.

In het noodplan moet een speciale sectie worden opgesteld met betrekking tot de risico's gebonden aan de aanwezigheid van oliën en gevaarlijke stoffen in alle structuren van het park inclusief de meetmasten en de transformatorplatformen. Eveneens dient een voldoende veiligheidsniveau gewaarborgd te zijn tijdens de olievullingsoperaties en de buitendienststelling van de transformator. In het bijzonder moet een procedure worden opgesteld in geval van brand op een structuur of op een schip dat in aanvaring met een structuur zou kunnen komen, in geval van vrijkomen van olie afkomstig van een structuur of van een schip dat in aanvaring met een structuur zou komen.

Het noodplan bevat tevens een lijst van alle schepen, operatoren en vaar- en voertuigen die bij de werkzaamheden (bouw, onderhoud en afbraak) betrokken zijn en vermeldt de specifieke kenmerken, identificatie en callsign. Elke wijziging moet aan de FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu en aan de Nautische Dienstchef scheepvaartbegeleiding worden gemeld voor dat het betrokken middel wordt ingezet.

Scheepvaartveiligheid

Inzake scheepvaartveiligheid dient de houder de voorschriften van de bevoegde instanties volledig na te leven. In het bijzonder zal de zone duidelijk moeten afgebakend worden die ontoegankelijk is voor vaartuigen, die niet rechtstreeks gebonden zijn aan de vergunde activiteit. Indien andere niet vergunnings- en/of machtigingsplichtige activiteiten, die niet rechtstreeks gebonden zijn aan dit vergunde project, in het concessiegebied worden toegelaten, dan moeten specifieke veiligheidsmaatregelen voor deze activiteiten worden toegepast. Hierover dient de BMM en eventuele andere bevoegde instanties ten gepaste tijde te worden geraadpleegd.

Minimaal één maand voorafgaand aan de bouwperiode worden in een door de houder te initiëren overleg afspraken gemaakt tussen de houder, het bevoegde gezag en de Nautische Dienstchef scheepvaartbegeleiding over de te nemen maatregelen tijdens de bouwperiode.

Gedurende de bouwwerkzaamheden van het windmolenpark moet, ter plekke, een speciaal uitgerust veiligheidsschip aanwezig blijven, met als opdracht: bewaking van de zone, "early warning system", bebakening van drijvende en gezonken voorwerpen, het mogelijk slepen van kleine schepen, eerste noodhulp aan personen, tijdelijke werkpost voor de overheid. Dit veiligheidsschip moet ook kunnen instaan voor de bewaking van de zone tijdens slechte weersomstandigheden.

Bijzondere transporten dienen voorgelegd te worden aan de dienst Scheepvaartbegeleiding.

Tijdens de constructie dienen alle reeds afgewerkte funderingen en structuren permanent door een vaartuig te worden bewaakt en de structuren die boven de HHWS uitsteken dienen, op het hoogste punt

een tijdelijk waarschuwingslicht ten behoeve van de scheep- en luchtvaart te dragen. Het licht moet overeenkomen met de specificaties die bepaald zijn door het bevoegde gezag.

De houder dient de nodige veiligheidssystemen op te stellen om de signalisatie van het park en de structuren op ieder ogenblik te verzekeren.

Alle windturbines moeten individueel genummerd worden aan de basis van de mast en op de top van de gondel.

Milieuverontreiniging

Iedere windturbine en transformator dient voorzien te zijn van opvangbakken om te vermijden dat vloeistoffen vrijkomen in het milieu.

In geval van vervuiling en bij gebrek aan kennis van de identiteit van de aansprakelijke partij valt het reinigen van de kunstmatige structuren van het windmolenpark volledig ten laste van de houder. De overheid met bevoegdheid op zee en diegenen die in opdracht van de overheid optreden, behouden het recht om pollutiebestrijdingsactiviteiten uit te voeren binnen het concessiegebied op voorwaarde dat de veiligheid wordt gerespecteerd en dat de houder in kennis gebracht wordt van de intenties van de overheid.

Gedurende de exploitatiefase moet er bijgedragen worden aan de paraatheid van de overheid, die erop gericht is milieuschade door verontreiniging van de Noordzee beter te voorkomen en de daartoe vereiste middelen te versterken. Hiervoor kan beroep worden gedaan op de voorziene financiële of materiële bijdrage.

De aanvrager dient 1 à 2 maal per jaar alarmoefeningen te organiseren voor het testen van zijn noodplan. Het bestuur moet worden uitgenodigd op deze oefeningen. Deze alarmoefeningen kunnen de vorm nemen van gesimuleerde nautische noodgevallen, noodsleepoefeningen en oliebestrijdingsoefeningen en mogen gecombineerd worden met eventuele overheidsoefeningen.

Alle nuttige parameters gemeten vanaf de meetmasten en andere installaties moeten in "real time" aan de BMM worden overgemaakt. Volgende parameters dienen minimaal te worden overgemaakt: luchttemperatuur, windkracht, windrichting, vochtigheid, luchtdruk en MOR ("Meteorological Optical Range") zichtbaarheid, minimaal om de vijf minuten gemeten. De modaliteiten (formaat, drager, aantal, inhoud, enz.) worden gezamenlijk gedefinieerd en door de BMM goedgekeurd.

Kabels

Alle kabels die definitief buiten gebruik worden gesteld tijdens de exploitatiefase, zoals kabels die vervangen worden door andere kabels, moeten verwijderd worden conform de Wet, behoudens andersluidende bepaling van de minister.

De ingraafdiepte van de kabels wordt door de bevoegde instanties bepaald. Voor milieueffecten moeten alle kabels (hoogspannings- en parkkabels) tenminste 1m diep ingegraven worden.

De horizontale ligging van de kabel (positie) en de verticale ligging van de kabels t.o.v. de omringende zeebodem (dekking) wordt jaarlijks door de vergunninghouder d.m.v. een survey onderzocht. Het survey-programma en de wijze van uitvoering daarvan behoeft de goedkeuring van het bevoegde gezag. De BMM kan een vertegenwoordiger aanwijzen om op kosten van de vergunninghouder bij de survey aanwezig te zijn. De gegevens en resultaten van deze surveys worden voorgelegd aan de BMM. De BMM kan op basis van deze resultaten de frequentie van de survey veranderen. Wanneer blijkt dat de ligging van de kabel stabiel is en dat voldoende dekking op de kabel aanwezig blijft, kan de BMM toestaan dat de frequentie van de controle op de kabel wordt verminderd. Hiertoe dient de vergunninghouder schriftelijk te verzoeken.

De bedekking van de kabels moet steeds verzekerd worden en moet gemonitord worden zoals voorzien in het monitoringsplan. Indien de monitoring uitwijst dat de kabel op minder dan de minimale begravingst diepte ligt, dienen binnen de kortst mogelijke termijn en met een maximum van drie maanden de nodige werken te worden uitgevoerd opdat de kabel terug op haar oorspronkelijke diepte wordt geplaatst of voldoende afgedekt wordt.

Uitgebreide concessie

Indien de vergunninghouder zijn concessie wenst uit te breiden in de richting van het Northwind en C-Power windmolenpark, dan kan dit enkel na het betekenen aan het begeleidingscomité van een memorandum of understanding hieromtrent. Er dient hierbij echter steeds een minimale veiligheidszone van 500 m behouden te blijven t.o.v. de hierboven vermelde parken conform het koninklijk besluit van 11 april 2012 tot instelling van een veiligheidszone rond de kunstmatige eilanden, installaties en inrichtingen voor de opwekking van energie uit het water, de stromen en de winden in de zeegebieden onder Belgische rechtsbevoegdheid.

Funderingstypes

Indien de houder gebruik wil maken van gravitaire funderingen (GBF) dan dient hij deze zodanig te ontwerpen of te installeren dat er geen risico is op beschadiging van scheepswanden ten gevolge van een aanvaring met de scherpe rand van de basis van de GBF.

8.3.3.3 Aanbevelingen

voor Rentel

Het is aanbevolen om schepen met een voldoende hoge 'vessel classification standard' te gebruiken tijdens de werkzaamheden en bij het onderhoud. Dit teneinde het aantal veiligheidsincidenten te beperken.

Bij de planning van de werkzaamheden moet er voor gezorgd worden dat de bezetting van de ruimte steeds zo compact mogelijk is. Er moet speciale aandacht besteed worden aan de bebakening van geïsoleerde elementen.

De BMM beveelt aan om een repeaterstation AIS (Automatic Identification System) en een relaisstation

voor VHF te voorzien in het windmolenpark en een radiokanaal te voorzien dat in verbinding staat met het controlecentrum van het windmolenpark.

voor de bevoegde overheden:

Het is aangewezen om een overleg te organiseren met alle bevoegde nautische diensten ter zake om de nautische veiligheid in de omgeving van de windmolenzone te verzekeren en dit zo snel mogelijk te doen opdat de mogelijke vereiste beheersmaatregelen (radar, Vessel traffic monitoring system, ETV, ...) in werking zijn op het ogenblik dat het Rentel park gebouwd wordt. Indien gekozen wordt om een radar te plaatsen, dient dit op een zodanige locatie te gebeuren dat de volledige Belgische windmolenzone onder de radardekking valt.

Er wordt aanbevolen de vaarroutes, tussen de windmolenconcessies adequaat te bebakenen zolang doorvaart mogelijk blijft. Een ver doorgedreven bebakening van de doorgang tussen de concessies van Northwind en Belwind, moet worden ingesteld met kardinaal en lateraal boeien en vlotters.

9. Schadelijke stoffen

- Schadelijke stoffen die geassocieerd worden met offshore windmolenparken zijn anti-fouling producten, smeeroliën en –vetten, aluminium en het broeikasgas zwavelhexafluoride (SF₆).
- Er zullen geen chemicaliën gebruikt worden om aangroei van organismen te vermijden en het gebruik van asfaltmatrassen zal eerst ter goedkeuring worden voorgelegd aan de BMM.
- De vrijstelling van Al en Zn uit kathodische bescherming met Al-opofferingsanodes of een Zn- of Al-laag met een meerlagig epoxy-coating erbovenop veroorzaakt verwaarloosbaar lage concentraties aan Al of Zn in het zeewater.
- Er zal moeten opgevolgd worden of en hoe oliën, verven, asfaltmatten en breuksteen in de loop van de activiteit worden gebruikt;.
- Indien onbekende, mogelijks radioactieve, kabels worden aangetroffen in de projectzone moeten deze met de nodige omzichtigheid behandeld worden.
- Het project is aanvaardbaar voor wat betreft eventuele schadelijke stoffen en dit zowel voor de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen alsook de verschillende configuraties en funderingstypes.

9.1 Inleiding

In het kader van de wet ter bescherming van het mariene milieu (Art. 17^h de OSPAR-conventie⁹ en het Akkoord van Bonn⁹ moet men ervoor zorgen dat er geen schadelijke stoffen in de zeegebieden worden gebracht. De mogelijke schadelijke stoffen die geassocieerd worden met offshore windmolenparken zijn anti-fouling producten, smeeroliën en –vetten, aluminium en het broeikasgas zwavelhexafluoride (SF₆). Deze en andere schadelijke stoffen die tijdens de constructie- of exploitatiefase kunnen vrijkomen, worden hieronder besproken.

9.1.1 Olie

Windturbines met een tandwielkast bevatten ongeveer 800-1000 l olie. Het hydraulisch systeem bevat daarenboven ongeveer 200 à 300 l hydraulische olie. Verder is er ook nog 200 à 300 kg vet aanwezig ter hoogte van laders en geleidingen. De transformatoren, die zich in de gondel of in de voet van de turbine bevinden, zullen vermoedelijk van het droge type zijn. In de offshore hoogspanningsstations zullen wel transformatoren van het oliegekoelde type aanwezig zijn (1 of 2 stuks). Bovendien is er in de hoogspanningsstations een nooddieselgenerator met een dubbelwandige voorraadtank met dieselbrandstof (circa 30 m³) aanwezig. Voorzieningen ter bescherming van het milieu behoren tot de standaarduitrusting van de windturbines en de hoogspanningsstations. Het lekken van vloeistoffen (olie, vetten, etc.) uit de installaties wordt vermeden of beperkt door de aanwezigheid van diverse opvangsystemen (lekbakken,

⁹ Akkoord van Bonn betreffende de samenwerking in de strijd tegen vervuiling van de Noordzee door koolwaterstoffen en andere gevaarlijke stoffen (1983).

randen, inkuipingen) alsook door de constructiewijze van de onderdelen van de installaties.

9.1.2 Corrosiebescherming en aangroeiwerende producten

Er wordt bij gravitaire funderingen geen aangroeiwerende verf gebruikt. Ervaring bij reeds vergunde parken leert dat de betonstructuren niet geverfd worden in se maar dat het gebruikte beton gemixt wordt met pigmenten. De stalen mast (toren) die bloot staat aan de buitenomgeving zal voorzien worden van een meerlagige corrosiebescherming die wordt aangebracht in de werkhuizen van de mastleverancier. Deze bescherming bestaat uit een epoxy-coating geschikt voor toepassing in het mariene milieu met een hoog vast stof gehalte (glasvezel). Andere metalen onderdelen van de windturbine die bloot staan aan de buitenomgeving zijn de toegangstrap/platform, bevestigingsstructuren van sensoren op de gondel, etc. Deze worden doorgaans uitgevoerd in gegalaniseerd staal of kunststof. De gondelbehuizing evenals de wieken zijn uitgevoerd in hoogwaardig kunststof en zijn bijgevolg niet onderhevig aan corrosie. Metaalconstructies binnen in de windturbinetoren en/of gondel worden uitgevoerd in gegalaniseerd staal, roestvrij staal of aluminium. Bij een monopile of multipode fundering wordt een corrosiebescherming voorzien, ofwel een kunststoflaag, ofwel een Zn- of Al-laag met een meerlagig epoxy-coating erbovenop. Bovendien is er een kathodische bescherming met Al-opofferingsanodes. In vorige projecten werden anodes van 4220 en 5400 kg gebruikt respectievelijk voor 3 en 5 MW windturbines. De vrijstelling van Al en Zn uit deze anodes veroorzaakt verwaarloosbaar lage concentraties aan Al of Zn in het zeewater (Ecolas, 2003).

9.1.3 SF6

Zwavelhexafluoride (SF6) is een chemisch inerte verbinding van zwavel met fluor die gebruikt wordt in de schakelapparatuur van de windturbines. Het betreft een aantal liter SF6-gas per turbine op een druk van <1bar. Eerder analyses uit het project van C-Power hebben aangetoond dat de eventuele hoeveelheden SF6 die zouden vrijkomen, verwaarloosbaar zijn en enkel kunnen vrijkomen bij een accidentele situatie (aanvulling bij Ecolas, 2003).

9.1.4 Asfaltmatten en breuksteen

Voor het kruisen van kabels of pijpleidingen wordt voorgesteld gebruik te maken van asfaltmatten en/of van steenbestorting voor een oppervlakte van 500 m² per kruising. Het principe bestaat erin dat de kabel ter hoogte van de kruising niet ingegraven wordt, maar op een andere manier beschermd wordt. Als de te kruisen kabel niet afdoende beschermd is dan worden er bovenop de bestaande kabel asfaltmatrassen of een gelijkwaardige bescherming aangebracht. Hierop wordt de kabel gelegd die ter hoogte van de kruising bestort wordt met een filter layer en een armour layer van elk 50 cm dik. Vooraleer asfaltmatrassen kunnen gebruikt worden dient de samenstelling ter goedkeuring aan de BMM te worden voorgelegd. Indien niet kan aangetoond worden dat dergelijke matrassen niet uitlogen in het mariene

milieu, dan dient een ander materiaal gebruikt te worden dat van natuurlijke oorsprong en inert is, en een gelijkwaardige bescherming biedt. Indien uitloging optreedt dan is de aanvrager in strijd met art. 16 van de wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België die elke lozing in zee verbiedt (MMM-wet).

9.1.5 Gebruik monolieten

In de projectbeschrijving is er geen sprake van het gebruik van monolieten. Desondanks wijst de BMM erop dat het gebruik van monolieten (arme non-ferroslakken) in zeewater, en het gebruik ervan als secundaire grondstof bij de aanmaak van andere producten die zouden kunnen gebruikt worden in zeewater (beton, verstevigingsmateriaal e.d.) niet toegelaten is conform art.16 § 1 van de MMM-wet, dat het storten in zee verbiedt.

9.1.6 Radioactieve bestanddelen

Er wordt voor het project geen gebruik gemaakt van radioactieve bestanddelen. De ervaring met de bouw van het Belwind park leert dat er onbekende oude kabels in de windmolenzone aanwezig kunnen zijn die radioactieve bestanddelen bevatten. Indien onbekende kabels worden aangetroffen in de projectzone moeten die met de nodige omzichtigheid benaderd worden. Indien delen van de kabel radioactief zijn dienen de geijkte procedures gevolgd te worden en de bevoegde instanties verwittigd (Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle).

9.2 *Te verwachten effecten*

Ervaring leert ons dat de vervuiling door het oplossen van Al en Zn van de anodes ter bescherming tegen corrosie verwaarloosbaar is. Er zal wel moeten opgevolgd worden of en hoe oliën, verven, asfaltmatten en breuksteen in de loop van de activiteit worden gebruikt. Voorzichtigheid is geboden bij het verwijderen van oude, mogelijks radioactieve kabels. Met uitzondering van olielozingen ten gevolge van aanvaringen of andere scheepvaartongevallen is de kans dat grote hoeveelheden olie uit de turbines accidenteel in het mariene milieu terechtkomen bijzonder klein. De mogelijke gevolgen van scheepvaartongevallen worden besproken in hoofdstuk 8 (risico en veiligheid).

9.3 *Besluit*

9.3.1 Aanvaardbaarheid

Gezien de aanvrager geen chemicaliën zal gebruiken om aangroei van organismen te vermijden, de hoeveelheden Al en SF6 die kunnen vrijkomen beperkt zullen zijn en het gebruik van asfaltmatten eerst ter goedkeuring wordt voorgelegd aan de BMM is het project aanvaardbaar voor wat betreft

eventueel schadelijke stoffen.

9.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen

9.3.2.1 Voorwaarden

Alle vloeistoffen (inclusief de vloeistof in de kabels) en andere oplosbare stoffen moeten in een HNS (Hazardous Noxious Substances) lijst met technische inlichtingen worden beschreven met vermelding van de fysieke, chemische en ecotoxicologische eigenschappen, alsook de toegepaste hoeveelheden. Deze technische lijst moet ter goedkeuring aan de BMM worden voorgelegd. De inbreng van giftige stoffen in het milieu en op of in de structuren is niet toegelaten. Eveneens is de inbreng van afvalwater en -stoffen in het mariene milieu niet toegelaten.

Toekomstige technische keuzes, die een invloed op de veiligheid en de mogelijke vervuiling van het milieu kunnen hebben, meer bepaald met betrekking tot oliën, verven en gevaarlijke stoffen, dienen aan de BMM ter goedkeuring te worden voorgelegd. Deze keuzes kunnen besproken worden op het Begeleidingscomité.

De productfiches (MSDS fiches) met toxiciteitgegevens van de producten gebruikt bij het uitvoeren van de werken dienen aan het noodplan van de bouwfase te worden gevoegd.

Indien de aanvrager het nodig acht eventuele aangroei te verwijderen dan mogen hiervoor geen chemische producten gebruikt worden. De BMM geeft, na de optie niets doen, de voorkeur aan mechanische verwijdering. Indien de houder aangroei wenst te verwijderen, om welke redenen ook, dient dit 1 maand voorafgaandelijk aan de BMM te worden meegedeeld.

Voor de aanleg van beschermingsmatrassen op de zeebodem moet de houder verifiëren en certificeren dat alle gekozen componenten zonder gevaar voor enige uitloging kunnen gebruikt worden in het mariene milieu. De samenstelling van de asfaltmatten en kunstmatige erosiebescherming dient ter goedkeuring voorgelegd te worden aan de BMM. Het gebruik van monolieten en metaalslakken is hierbij verboden.

De bouwmaterialen en steenbestortingen dienen uit natuurlijke materialen vervaardigd te zijn en zullen geen afvalstoffen of secundaire grondstoffen bevatten. In dit verband wordt verwezen naar de OSPAR Guidelines on artificial reefs (OSPAR, 2012). Het gebruik van metaalslakken is verboden.

De aanvrager moet alle mogelijke maatregelen nemen om te vermijden dat natte cement of mortel in het mariene milieu terecht komen.

9.3.2.2 Aanbevelingen

Bij de ontmanteling van het park dient er zorg voor gedragen te worden dat de gesloten systemen met SF₆ niet beschadigd worden en dat ze ontmanteld worden in een gespecialiseerd bedrijf, zodat geen SF₆ in de atmosfeer terecht kan komen.

9.4 Monitoring

Ter gelegenheid van deze beoordeling wordt geen monitoring voorgesteld door de BMM. Indien de overheid bij de routine monitoring van het mariene milieu een contaminatie vaststelt ten gevolge van het project kan de minister, op advies van de BMM, een bijkomende monitoring opleggen aan de aanvrager.

10. Macrobenthos, epibenthos en visgemeenschappen

- Het Rentel projectgebied maakt deel uit van de Zeelandbanken en ligt tussen de domeinconcessies van C-Power en Northwind waarmee het geomorfologisch en sedimentair verwant is. Afhankelijk van het bodemtype kunnen een aantal benthische habitats verwacht worden. Daarbij kunnen zowel zones met een zeer lage als met een hoge intrinsieke biologische waarde voorkomen. De precieze locatie en omvang van deze zones is op het moment van deze beoordeling nog niet bekend.
- Het gebied bestaat waarschijnlijk hoofdzakelijk uit zandige bodems met relatief grote korrel diameter. Die herbergen typische offshore *Ophelia limacina* en *Nephtys cirrosa* gemeenschappen. Daarnaast is de kans op dagzomend grind met haar unieke en ecologisch zeer waardevolle fauna in het projectgebied reëel.
- Tijdens de constructiefase zal de ecologische waarde van de natuurlijke benthische biotopen kwalitatief en kwantitatief negatief worden beïnvloed, waarbij gravitaire funderingen en een 1 m opslagdikte van het sediment als het meest negatief beoordeeld worden.
- Tijdens de constructiefase kunnen significant ecologische effecten verwacht worden op vislarven, indien er geheid moet worden bij de installatie van monopiles of jacket funderingen.
- Er wordt slechts een tijdelijke verhoging van de turbiditeit indien resuspensie optreedt van dagzomende of aan het oppervlak gebrachte tertiaire klei.
- Tijdens de exploitatiefase kan er een wijziging van biotoopkwaliteit verwacht worden door het rifeffect. Dit rifeffect zal de lokale diversiteit sterk verhogen door begroeiing van de geïntroduceerde harde substraten, die tevens een lokale organische aanrijking en dus biologische verrijking van het natuurlijke zandige substraat zal veroorzaken. Het rifeffect is verder verantwoordelijk voor de aantrekking van heel wat vissen, waaronder steenbolke en kabeljauw, en grotere kreeftachtigen alsook niet inheemse soorten. De rifeffecten worden het hoogst beoordeeld bij gebruik van gravitaire funderingen.
- Ten slotte wordt het uitsluiten van actieve bodemvisserij in de mogelijk aanwezige grindvelden als ecologisch zeer positief beoordeeld.
- Een leemte in de kennis is het mogelijke belang van de zone als paaiplaats voor haringachtigen, zandspieringen en andere vissoorten.
- Het Rentel project is voor wat betreft de effecten op benthos, epifauna en visgemeenschappen aanvaardbaar voor zowel de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen, mits het naleven een aantal voorwaarden. Wat betreft de te gebruiken technieken is er een voorkeur voor suction bucket en monopile funderingen aangezien deze zowel bij installatie als exploitatie de minste verstoring zullen veroorzaken voor het benthos en de visgemeenschappen.

10.1 Inleiding

10.1.1 Beschrijving van het Rentel projectgebied

Het projectgebied maakt deel uit van de Zeelandbanken en bevindt zich in een geomorfologisch en sedimentair diverse omgeving. In het gebied komt waarschijnlijk voornamelijk grof zand voor en beperkte zones dagzomend grind (Degraer *et al.*, 2009; Verfaillie *et al.*, 2006) en zelfs tertiaire kleilagen (Van Lancker *et al.*, 2007) die waarschijnlijk dicht onder het oppervlak liggen. Bijgevolg wordt het gebied vermoedelijk gekenmerkt door verschillende benthische habitats, waarvan de omvang en de precieze ligging echter nog niet bekend zijn.

Deze diversiteit binnen het fysische milieu vertaalt zich direct in de aanwezigheid van een brede waaier aan bodemfauna. In de mobiele sedimenten die in het gebied zullen aangetroffen worden, zullen zeker twee van de vier in het Belgisch deel van de Noordzee aanwezige macrobenthische gemeenschappen, nl. de typische offshore *Ophelia limacina* en *Nephtys cirrosa* gemeenschappen (Van Hoey *et al.*, 2004) voorkomen. De precieze omvang en het ruimtelijke voorkomen van deze gemeenschappen is niet bekend. De rijke kustnabije *Abra alba* gemeenschap (Degraer *et al.*, 2008) komt waarschijnlijk in het projectgebied niet voor. De mogelijke aanwezigheid van dagzomend grind en stenen leidt dan weer tot een potentiële aanwezigheid van zeer diverse grindbankbodengemeenschappen (Houziaux *et al.*, 2008), die evenzeer de nodige aandacht verdienen.

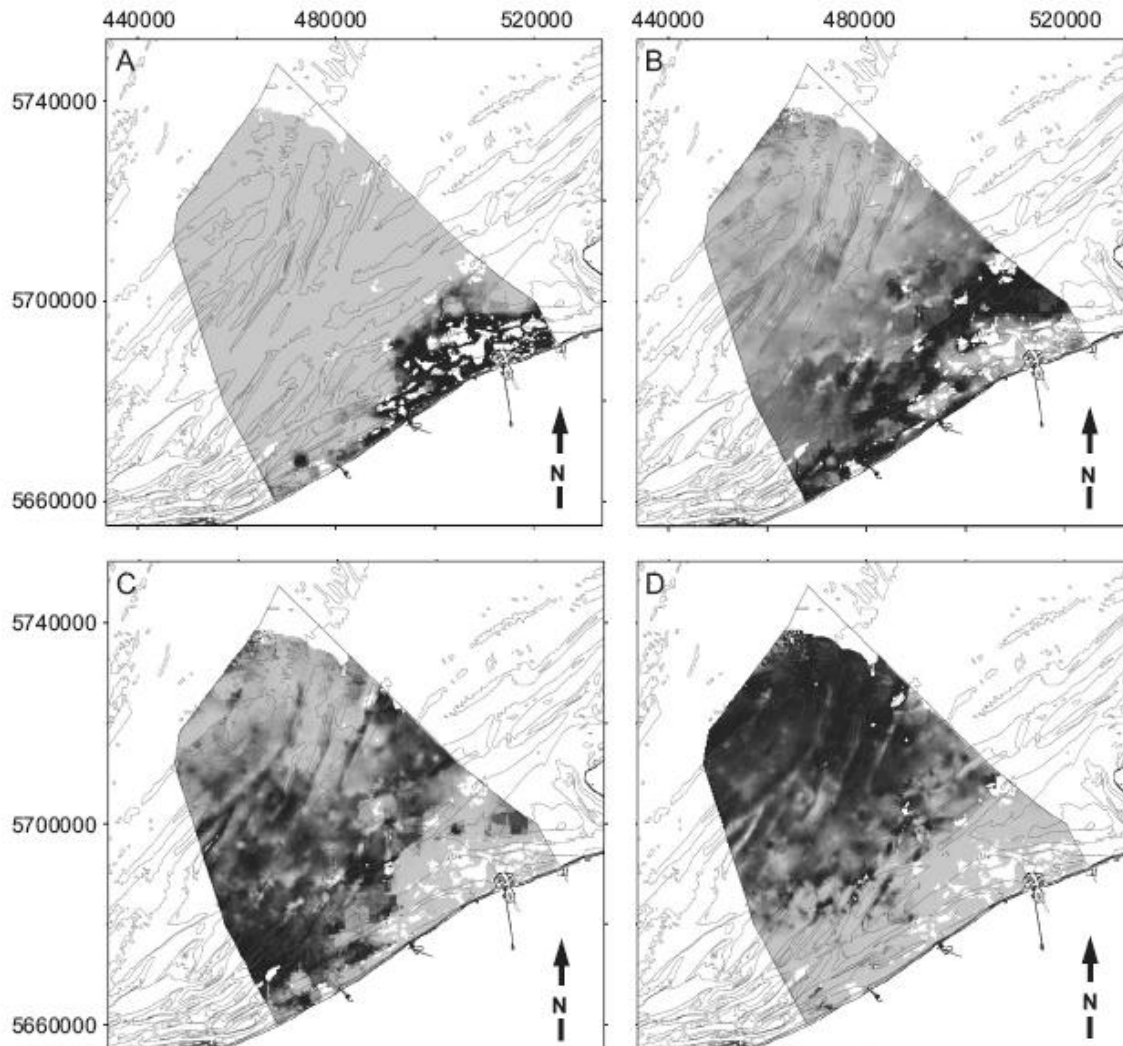
Ook de demersale en benthische visgemeenschappen zullen in het gebied kenmerken vertonen van zowel offshore als de rijkere kustnabije gemeenschappen (De Maersschalk *et al.*, 2006; Vandendriessche *et al.*, 2011). Bijgevolg worden binnen het gebied zowel zones met een zeer lage als zones met een hoge intrinsieke biologische waarde aangetroffen (Deraus *et al.*, 2007).

10.1.2 Referentiesituatie benthische habitats

Twee grote types benthische habitats kunnen onderscheiden worden binnen het projectgebied van Rentel: het mobiele, zandige habitat, dat in het projectgebied waarschijnlijk domineert, en het niet-mobiele grindbank- en geconsolideerde kleihabitat, dat mogelijk in beperkte mate aanwezig is.

Mobiel substraat

In het grootse deel van het gebied kan de soortenarme *N. cirrosa* voorkomen en ook de *O. limacina* gemeenschap die kenmerkend is voor offshore grof zand. De rijke, eerder kustgebonden *A. alba* gemeenschap zal vermoedelijk niet aanwezig zijn. Vermoedelijk zal ook de habitatstructurende schelpkokerworm *Lanice conchilega* niet in grote densiteiten voorkomen.



Figuur 10.1 Habitatgeschiktheidskaarten voor de vier in Belgische wateren voorkomende macrobenthosgemeenschappen, zoals voorspeld door Degraer *et al.*, (2008). A, *Macoma balthica* gemeenschap; B, *Abra alba* gemeenschap; C, *Nephtys cirrosa* gemeenschap; D, *Ophelia limacina* gemeenschap. Licht grijs: 0% geschikt → zwart: maximum geschiktheid.

Niet-mobiel substraat

Waarschijnlijk zullen in het gebied ook beperkte zones met grind voorkomen, voornamelijk in de geulen dikwijls in combinatie met grof zand en schelpdebris al dan niet ingebed in een kleimatrix. Dergelijke zones herbergen bijzondere ecologische waarden (Lindeboom *et al.*, 2005). Uit verschillende studies, die met aangepaste technieken in dergelijke zones uitgevoerd werden, blijkt dat ze een rijke fauna herbergen met een hoge soortenrijkdom, zowel van infauna als van epifauna op de stenen (o.a. Dahl en Dahl, 2002; Van Moorsel, 2003; Van Moorsel en Waardenburg, 2001). Die rijke gemeenschappen kunnen zich maar ontwikkelen in het geval dit habitat niet al te sterk aan natuurlijke en/of antropogene verstoring onderhevig is (o.a. bedelving door zand; cf. niet-mobiele substraten (Van Lancker *et al.*, 2007) of bodemberoerende visserijtechnieken). Uit historische gegevens blijkt verder dat de verspreiding van de grindbedden duidelijk gecorreleerd kan worden aan de verspreiding van de Europese oester *Ostrea edulis* (Houziaux *et al.*, 2008), een soort die vroeger ook in het gebied van de Gootebank, gelegen op 10 km ten

zuidwesten van de Thorntonbank, voorkwam. Grindzones zullen vooral in de geulen voorkomen en beperkt zijn in omvang, maar fungeren desondanks mogelijks als belangrijke steppingstones voor soorten van harde substraten.

In de niet-mobiele tertiaire kleilagen kan, wanneer die dagzomen, een unieke gemeenschap voorkomen, van borende tweekleppigen zoals de witte boormossel *Barnea candida* (Degraer *et al.*, 1999) en de Amerikaanse boormossel *Petricola pholadiformis*, met een dichtheid van enkele 100-en ind./m² en een geassocieerde cryptische fauna.

10.1.3 Mogelijk belang van het Rentel projectgebied als paaigebied

In het MER wordt gewag gemaakt dat de Thorntonbank een belangrijk paaigebied (voorjaar) zou zijn voor sprat en haring (IMDC, 2012), daarmee implicerend dat dit eventueel ook het geval zou kunnen zijn voor het nabijgelegen gebied van het Rentel windmolenpark. De hiervoor in het MER (IMDC, 2012) aangehaalde publicaties van De Maerschalck *et al.* (2006) en Ter Hofstede *et al.* (2005) konden dit echter niet aantonen. Toch kan de zone inderdaad belangrijk zijn als paaigebied, een belang dat mogelijk onderschat werd. Haring zet zijn eieren af in grovere zanden en dat kan in principe op elk geschikt substraat. Hoewel in het verleden enkele traditionele gebieden aangegeven zijn waar Noordzee (Downs) haring vroeger paaide (Cushing en Burd, 1957; Postuma *et al.*, 1977; Sips, 1988) blijkt het a priori lastig om gebieden aan te geven waar haring ook effectief zal paaïen omdat het aantal paaigebieden afhankelijk is van het voortplantingssucces en de omvang van de stock (Burd, 1985; Corten, 2001) met een daling in het aantal gebruikte sites bij een verminderende biomassa. Daarnaast herbergen zuivere mobiele zanden grote populaties van zandspieringachtigen die een voorname rol spelen in de voedselketen en die belangrijk zijn als stapelvoedsel voor zeevogels (o.a. Pearson, 1968; Stienen *et al.*, 2000). Zandspiering komt zeer veel voor op de zandbanken in het BDNZ, o.a. Thorntonbank, maar de precieze omvang van de stock en de biologie zijn niet bekend noch de rol die deze soort speelt in de voedselketen in het BDNZ. Zandspieringen (familie Ammodytidae) zijn typische soorten voor zanderige bodems, meer bepaald grof zand met een laag slibgehalte (Van der Kooij *et al.*, 2008), en ze vormen een uiterst belangrijke voedselbron voor verschillende vogel- en vissoorten in het Belgisch deel van de Noordzee (BDNS). De monitoringsresultaten van ICES wijzen op de aanwezigheid van een complex van lokale substocks in de Noordzee (ICES, 2011). De lokale dynamiek (niveau BDNS) van de populaties van deze soorten (voornamelijk *Ammodytes tobianus* en *Hyperoplus lanceolatus*, maar ook *Gymnammodytes semisquamatus* en *Hyperoplus immaculatus*) is echter nog te weinig gekend, voornamelijk omdat deze soorten niet representatief bemonsterd worden met gangbare technieken zoals bodemslepen met een garnalennet en bemonsteringen met een Van Veen grijper. Men weet echter wel dat de eieren van deze soorten bentisch zijn. Vissoorten die hun eieren afzetten op de zeebodem worden sterk beïnvloed (positief of negatief) door veranderingen in de bodemstructuur, al dan niet als gevolg van de constructie van windmolens (Anoniem, 2004). Binnen deze groep van vissoorten kunnen in het concessiegebied de volgende soorten van belang zijn (Munk en Nielsen, 2007; www.fishbase.org):

NL naam	Wetenschappelijke naam	Paaiperiode	Specifieke informatie
Haring	<i>Clupea harengus</i>	lente of herfst/winter	grind, vegetatie of stenen
Dorade	<i>Spondyliosoma cantharus</i>	maart tot augustus	
Zeedonderpad	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	januari tot maart	
Harnasmannetje	<i>Agonus cataphractus</i>	paaitijd januari tot april	meestal in buurt van <i>Laminaria</i>
Gevlekte lipvis	<i>Labrus bergylta</i>	paaitijd juni-juli	meestal in zeewier
Zandspiering	<i>Ammodytes tobianus</i>	lente / herfst	
Smelt	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	april tot augustus	
grondels	<i>Pomatoschistus</i> sp. en <i>Gobius</i> sp.	maart tot september	onder schelpen
Hondshaai	<i>Scyliorhinus canicula</i>		in zeewiervelden
Stekelrog	<i>Raja clavata</i>	februari tot september	zand - modder
Koekoeksrog	<i>Leucoraja naevus</i>	februari tot september	zand - modder

Zandspiering komt zeer veel voor op de zandbanken in het BDNZ, o.a. Thorntonbank, maar de precieze omvang van de stock en de biologie zijn niet bekend noch de rol die deze soort speelt in de voedselketen in het BDNZ. De mogelijkheid dat het projectgebied en bij uitbreiding de hele zone voorzien voor windmolens op bepaalde tijdstippen als paaiplaats fungeert voor deze vissoorten kan niet uitgesloten worden. Dit aspect is nog te weinig onderzocht en vormt bijgevolg een leemte in de kennis.

10.2 Te verwachten effecten

10.2.1 Constructiefase

10.2.1.1 Biotoopverlies

De geplande werken (verplaatsen en opslag sediment, toepassen grondverbeteringstechnieken bij het maken van funderingsputten) zullen leiden tot een verlies aan biotopen en tot wijzigingen van het substraat. Dit kan veranderingen in de bestaande gemeenschappen veroorzaken, waarbij vooral de grindgemeenschappen kunnen verdwijnen of verarmen. Biotoopverlies zal voornamelijk plaatsvinden tijdens de bouwfase, waarbij het oorspronkelijke substraat door artificieel hard substraat wordt vervangen ter hoogte van de voet van de fundering, maar waarbij, vooral in het geval van GBF, heel wat sediment wordt gebaggerd en gestort. Bij het baggeren van sediment moet van een 100% verlies aan organismen in de betreffende zones worden uitgegaan (Newell *et al.*, 1998; Van Dalssen *et al.*, 2000; Simonini *et al.*, 2007) aangezien het bodemleven zich enkel in de bovenste 10-30 cm van het sediment bevindt, 80% van de fauna zelfs in de bovenste 5 cm en in het geval van niet-mobiele substraten vrijwel volledig op het oppervlak. Tevens wordt de kans op overleving van macrobenthische organismen op de plaats van storten als nagenoeg onbestaande geschat (Lauwaert *et al.*, 2008). Bijgevolg staat de directe impact op het bodemleven in lineair verband met de verstoorde oppervlakte en wordt deze als hoogst geschat voor de GBF configuratie van 78 GBF funderingen voorzien in het MER (IMDC, 2012). Voor de opslag van het overschot aan sediment in een laag van 5 m dikte wordt het oppervlakteverlies geschat op $\pm 1.0 \text{ km}^2$ en het totale oppervlakteverlies bedraagt dan 3.1 km^2 . Het totale (indirecte en directe) verlies aan benthische (incl. macrobenthos, epibenthos en demersale en benthische vis) biomassa kan bij een dergelijke configuratie oplopen tot 10 ton asvrij drooggewicht aan benthische organismen op een totaal geschatte standing stock van 20 000 ton in het BDNZ (afgeleid uit Degraer *et al.*, 1995). Bij stockage met 1 m dikte

loopt het geschatte biomassaverlies op tot $\pm 24 \text{ ton}^{10}$. Voor wat betreft de biotoopverstoring wordt dan ook bij voorkeur geopteerd voor een minimale verstoorde oppervlakte, zoals voorgesteld in de configuraties met monopile funderingen met dynamische erosiebescherming en, wanneer dit praktisch niet haalbaar blijkt, de configuraties met jacket funderingen.

10.2.1.2 Resuspensie en depositie fijne sedimenten

In het gebied komt tertiaire klei voor, dat kan dagzomen, maar de omvang en diepte onder de deklaag zijn niet bekend zijn. Door de baggeractiviteiten noodzakelijk voor de installatie van gravitaire funderingen kunnen kleiballen vrijkomen en kan meer klei permanent dagzomen dat mogelijk aan de oppervlakte kan eroderen. Deze situatie kan een bron van slib vormen hoewel een langdurige verhoging van de turbiditeit uitgesloten lijkt (IMDC, 2012b en c). Het blijkt dat gemaakte putten in de zeebodem zich moeilijk opvullen (Van den Eynde *et al.*, 2010; Degrendele *et al.*, 2010). In deze putten kan zich een min of meer permanente sliblaag afzetten die de benthische organismen verstikt en zorgt voor een verarming van de fauna (e.g. Bonne, 2003; Vanaverbeke *et al.*, 2007). Ook duinen ontstaan door de opslag van zand blijken voor lange tijd aanwezig te blijven (IMDC, 2012).

10.2.1.3 Trillingen en geluid

Vooraf het heien van de palen (monopile of jacket fundering), waarbij brongeluidspieken tot 270 dB re 1 μPa worden bereikt (Norro *et al.*, 2010), kan ernstige gevolgen voor de lokale fauna hebben. Studies gericht op zeezoogdieren, maar evenzeer op vissen wijzen op gedragsstoornissen en fysiologische stress (zie oa. Mueller-Blenkle *et al.*, 2010 voor tong en kabeljauw). Hoewel er meer en meer onderzoek gebeurt naar de effecten van geluid op vissen bestaat er nog onvoldoende kennis om de impact van heien en andere bronnen van antropogeen geluid op vissen betrouwbaar te kunnen kwantificeren (Popper en Hasting, 2009). Sommige studies rapporteren verminderde groei en levensvatbaarheid tot directe sterfte van viseieren en vislarven (zie Popper en Hasting, 2009). Dit heeft gevolgen voor het transport van vislarven van paaigronden naar gebieden met een kinderkamerfunctie. Het effect van geluid op organismen is echter contextafhankelijk: de intensiteit, frequentie en continuïteit van het geluid, de weerstand van de omgeving, de windrichting en de soortspecifieke eigenschappen zijn hierbij doorslaggevend. Een recent Nederlands onderzoek (Bolle *et al.*, 2011) waarbij tijdens experimenten verschillende ontwikkelingsstadia blootgesteld werden aan verschillende niveaus en duur van heigeluid kon geen significante effecten aantonen op larven van tong *Solea solea*. Verder onderzoek op soorten die (in tegenstelling tot tong) hun zwemblaas permanent behouden, zal moeten uitwijzen of dit ook het geval is voor deze vissoorten.

¹⁰ Deze schattingen gaan uit van een gemiddelde benthische biomassa van 2.64 g asvrij drooggewicht per m^2 (De Maersschalk *et al.*, 2006), die inderdaad typisch is voor de offshore macrobenthos gemeenschappen (Degraer *et al.*, 1995).

10.2.2 Exploitatiefase

10.2.2.1 Uitsluiten (bodem)visserij

Wegens de kans op schade aan de windmoleninfrastructuur wordt actieve (bodem)visserij in offshore windmolenparken in België voorlopig uitgesloten. Bijgevolg ontstaat een zone waarin de fauna van de oorspronkelijke substraten zich kan ontwikkelen zonder de frequente verstoring van o.a. de boomkorvisserij. Aangezien het benthos van de typische offshore benthische *N. cirrosa* en *O. limacina* gemeenschappen, die in pure fijn tot grofzandige sedimenten voorkomen (Van Hoey *et al.*, 2004), vrij goed is aangepast aan natuurlijke bodemverstoring, wordt de bijkomende impact als gevolg van boomkorvisserij als ecologisch minder significant beoordeeld.

Hoe minder bodemoppervlakte zal worden verstoord door de aanleg en exploitatie van het Rentel windmolenpark (cf. configuratie met mono piles zonder stockage), hoe belangrijker de ecologische significantie van het uitsluiten van actieve bodemvisserij.

Hoewel minder waarschijnlijk zou ook een belangrijke ecologische successie kunnen worden opgestart ter hoogte van de mogelijk aanwezige dagzomende grindvelden, indien deze althans niet teveel beschadigd werden tijdens de installatiewerken. Hierdoor zouden belangrijke inzichten in het herstel van de hiermee geassocieerde gemeenschap kunnen worden verworven (Degraer *et al.*, 2009). Het voorbereidend grondonderzoek zal uitwijzen of dagzomend grind aanwezig is in het projectgebied en wat de omvang er van is.

Het is niet bekend of de pure zanden die in het gebied voorkomen, gebruikt worden als paaigebied voor haring of zandspiering. De afwezigheid van verstoring zou in dat geval ook gunstig zijn voor de populatie van deze soorten en dit zou expliciet nagegaan moeten worden.

10.2.2.2 Introductie artificieel hard substraat

De oppervlakte artificieel hard substraat beschikbaar voor kolonisatie zal variëren naargelang de gekozen varianten van 83.100 m² tot 376.800¹¹ m² en is ~3 keer groter indien gekozen zou worden voor scenario's met gravitaire funderingen t.o.v. monopile funderingen. De beschikbare oppervlakte hard substraat verhoogt nog aangezien er al andere parken gebouwd zijn. De hoeveelheid hard substraat zal in de toekomst door de bouw van nieuwe projecten nog toenemen. De introductie van artificiële harde substraten in een waarschijnlijk overwegend zandige biotoop zorgt voor een habitatdiversiteit, het zogenaamde “rifeffect” (Petersen & Malm, 2006), en een plaatselijke verhoging van de productiviteit en de diversiteit (van Moorsel & Waardenburg, 2001, Orejas *et al.*, 2005). Daarnaast wordt een volledig nieuwe biotoop geïntroduceerd, een intertidale zone, die normaal offshore niet voorkomt. Dit heeft als gevolg dat zich op de structuren nieuwe soorten vestigen in een gemeenschap typisch voor artificiële harde substraten (Kerckhof *et al.*, 2010, 2011, 2012). Daarbij speelt de aard van het gebruikte constructiemateriaal geen rol. Er zijn echter indicaties dat de gemeenschap verschillend is van die van natuurlijke harde substraten. Vooral het aandeel niet-inheemse soorten – introducties uit andere oceanen en soorten van zuidelijke rotskusten waarvan het areaal zich naar het noorden uitbreidt – blijkt hoog te zijn (Kerckhof *et al.*, 2011) en dat is vooral het geval in de intertidale zone. In de offshore intertidale zone is het aandeel geïntroduceerde soorten vergelijkbaar met of hoger dan die op artificiële harde substraten

¹¹ In deze berekeningen wordt de oppervlakte van de erosiebescherming 1:1 gelijkgesteld met de koloniseerbare oppervlakte hetgeen, gezien het drie-dimensioneel karakter van dit substraat, resulteert in een systematische onderschatting van de werkelijke koloniseerbare oppervlakte.

uit de kustzone (Kerckhof *et al.*, 2007, Kerckhof *et al.*, 2011). Hieruit kan worden afgeleid dat de verspreiding en de blijvende vestiging van niet-inheemse soorten bevorderd wordt door het stapsteeneffect, gecreëerd door de aanleg van de windmolenparken in de zuidelijke Noordzee. In het subtidaal is het aantal geïntroduceerde soorten veel lager (Kerckhof *et al.*, 2012) en er werden maar twee soorten, het muiltje *Crepidula fornicata* en het mosdiertje *Fenestrulina delicia* aangetroffen (Francis Kerckhof, ongepubliceerd).

Waarschijnlijk zal de aangroei op de verticale subtidale delen van het Rentel windmolenpark analoog verlopen als die op de al geïnstalleerde parken (Kerckhof *et al.*, 2012) en vergelijkbaar zijn met die op andere artificiële structuren in de zuidelijke Noordzee zoals wrakken (Zintzen, 2007; Van Moorsel *et al.*, 1991). Kenmerkend op dergelijke artificiële structuren is een grote ruimtelijke heterogeniteit, met, in het subtidaal, een aantal associaties waarvan de *Metridium senile* biotoop (Connor *et al.*, 2004) het eindpunt is. De litorale (getijdenzone) zone wordt gekenmerkt door een gemeenschap van mossels en zeepokken (Connor *et al.*, 2004, Kerckhof *et al.*, 2011).

De begroeiing van de artificiële harde substraten zorgt voor een lokaal sterk verhoogde productie van en concentratie aan organisch materiaal (Kerckhof *et al.*, 2010). Deze verhoogde concentratie zorgt bij afzetting (bvb. na sterfte en faecale pellets) voor een lokale organische aanrijking van het natuurlijke zachte substraat, waardoor fijnere sedimenten met een rijkere macrobenthische fauna nabij de harde substraten worden gevonden (Coates *et al.*, 2011, 2012). Deze rijkere fauna omvat onder andere de borstelwormen *Lanice conchilega* en *Spiophanes bombyx*, twee soorten dominant binnen de *A. alba* gemeenschap (Van Hoey *et al.*, 2004). Lokaal kan dan ook een verschuiving van de natuurlijke en armere *N. cirrosa* gemeenschap naar de rijke *A. alba* gemeenschap worden verwacht (Coates *et al.*, 2012). Er wordt verwacht dat de omvang (hoeveelheid organisch materiaal én aangetaste oppervlakte) van deze impact afhankelijk zal zijn van de totale oppervlakte aan hard substraat en zodoende het grootst zal zijn indien gebruik zou worden gemaakt van een groot aantal gravitaire funderingen (vb. configuratie 1 met 78 GBF).

De artificiële harde substraten dienen verder als schuilplaats en foerageergebied voor heel wat mobiele organismen, waaronder vissoorten, zoals kabeljauw *Gadus morhua* en steenbol *Trisopterus luscus* (Reubens *et al.*, 2009, 2011 a) en grote kreeftachtigen, zoals noordzeekrab *Cancer pagurus*, kreeft *Homarus gammarus*, fluwelen zwemkrab *Necora puber* (Francis Kerckhof ongepubliceerde gegevens). De vissen voeden zich in hoofdzaak met de rijke fauna, groeiend op de artificiële harde structuren waaronder de krab *Pisidia longicornis* en de vlokreeft *Jassa herdmani* – twee soorten die dominant aanwezig zijn (Kerckhof *et al.*, 2010, Kerckhof *et al.*, 2012) – en hadden een beter dan gemiddelde conditie (Schaeck, 2011). Een belangrijk deel van deze vissen blijkt trouwens vrij trouw in de buurt van de windmolens te blijven. Zo werden individueel opgevolgde individuen tot 85 dagen (nagenoeg) continu nabij één en dezelfde fundering waargenomen (Reubens *et al.*, 2011 b). Alhoewel sterk individu-afhankelijk vertonen heel wat vissen een dag-nacht patroon in hun ruimtelijke verspreiding, waarbij de vissen zich dichtbij het omringende zachte substraat bevinden bij dag en bij nacht meer ter hoogte van de erosiebeschermingslaag. Het is echter nog steeds onduidelijk in hoeverre de productiviteit van de vissen, aangetrokken tot de artificiële structuren, verhoogt door het verhoogde voedselaanbod, dan wel verlaagt door de drastisch verhoogde competitie voor voedsel. In het buitenland werd verder reeds aangetoond dat een toename in aantallen vissen rond boorplatformen in de Noordzee gepaard gaat met een daling in de ruimere omgeving van deze installaties (Fujii, 2012). De introductie van harde substraten kan gunstig geëvalueerd worden omdat zich nieuwe soorten zullen vestigen en verschillende soorten in verhoogde

aantallen en biomassa aanwezig zullen zijn. Anderzijds kan dit ook zorgen voor een negatief effect door de mogelijke toename van niet-inheemse soorten die in concurrentie treden met (eventueel commercieel interessante) inheemse soorten. Het blijft bijgevolg onzeker of de lokaal verhoogde aantallen vis een versterking dan wel een verzwakking van de visstock in de bredere omgeving betekenen.

10.2.3. Ontmantelingsfase

De effecten tijdens de ontmantelingsfase zullen voor wat betreft biotoopverlies en resuspensie van fijne sedimenten, vermoedelijk gelijkaardig zijn aan die tijdens de bouwphase. Het is momenteel niet duidelijk welke technieken gebruikt zullen worden bij de verwijdering van de funderingen en bijgevolg kan er nog geen inschatting gemaakt worden van de effecten van eventueel verhoogd onderwatergeluid op het mariene leven. Na de afbraakfase dient nagegaan te worden of er zich al dan niet een terugkeer zal voordoen naar de initiële situatie.

10.2.4 Cumulatieve effecten

Na de realisatie zal het Rentel windmolen park bijdragen tot de cumulatieve effecten in de hele zone voorzien voor windenergie en bij uitbreiding in de hele zuidelijk Noordzee waar grote gebieden aangeduid zijn voor windmolenparken op zee. Cumulatieve effecten zullen vooral optreden tijdens de exploitatiefase. De toename aan artificieel hard substraat is een van de belangrijkste effecten met een versterking van het zogenaamde rif-effect. Dit zal vooral merkbaar zijn in de getijdenzone – een zone die vroeger niet in open zee voorkwam – met een toename van niet-inheemse soorten en een toename aan inheemse mosselen *Mytilus edulis*. Dit zal leiden tot een “Mytilisering” van de Noordzee, die in een later stadium zou kunnen overgaan in een “veroestering” als de populatie van de niet-inheemse oester *Crassostrea gigas* zich verder ontwikkelt. Daarnaast zijn ook de gevolgen (na herstel van de impact als gevolg van de installatiewerken) van de sluiting van het gebied voor bodemversturende visserij op bepaalde vissoorten en benthische habitats cumulatief.

10.3 Besluit

10.3.1 Aanvaardbaarheid

De relatieve impact van de activiteit op het gehele BDNZ kan waarschijnlijk als niet significant beoordeeld worden. Voorafgaand aan de werken moet de vergunninghouder contact opnemen met de BMM dat, op basis van de concrete bouwplannen en de gegevens van het grondonderzoek, zal bepalen waar en hoe het uitgegraven materiaal gestockeerd en gestort zal worden. Met uitzondering van het voorafgaande is het project voor wat betreft de effecten op macrobenthos, epifauna en visgemeenschappen aanvaardbaar en dit voor alle funderingstypes, inrichtingsvarianten en mogelijke uitbreidingen voorgesteld in het MER (IMDC, 2012), mits het naleven van al de hieronderstaande voorwaarden. De variante met GBF's scoort echter significant ongunstiger vanwege de merkelijk grotere milieu-impact.

10.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen

Beperking geïmpacteerde oppervlakte tijdens constructiefase

Om een maximale overleving van het bodemleven tijdens de constructiewerkzaamheden te verzekeren wordt aanbevolen om de verstoorde oppervlakte (door baggeren, storten en plaatsing van de funderingen) tot een minimum te beperken. Dit kan in eerste instantie door te kiezen voor monopiles met dynamische erosiebescherming dan wel voor een minimum aan jacket funderingen en een opslag dikte van het gebaggerde zand van 5 m.

Een minimaal verstoord oppervlak zal er tevens toe bijdragen dat de kans op schade aan eventueel aanwezige grindbedden tot een minimum wordt beperkt. *Idealiter* wordt echter voorafgaand aan de werkzaamheden een detailonderzoek naar de verspreiding van dagzomend grind in het gebied uitgevoerd, zodat een verstoring van deze plaatsen – indien aanwezig – maximaal vermeden kan worden.

Ten slotte verzekert een minimale oppervlakte aan gebaggerd bodemsubstraat een minimale vrijzetting van tertiaire kleiballen. Hierdoor zal ook de (mogelijk langdurige) verhoging van de turbiditeit in het projectgebied en eventueel daarbuiten geminimaliseerd worden.

Bewaring bodemkwaliteit

Na uitvoering van de werken tijdens de constructiefase is een herstel van de site gewenst. Dit herstel impliceert een maximaal herstel van de natuurlijke geomorfologie tussen de funderingen, maar evenzeer het herstel van de sedimentsamenstelling van de oppervlakkige sedimenten. Met andere woorden: zowel het bodemprofiel als de sedimentsamenstelling moet na uitvoering van de werken zo goed als technisch mogelijk in de oorspronkelijke toestand teruggebracht worden. Dit geldt tevens en vooral voor het eventueel opnieuw afdekken van eventueel tijdens de werken blootgelegde tertiaire kleilagen. Op deze manier wordt het milieu tussen de funderingen in de oorspronkelijke, natuurlijke conditie gebracht, waardoor het herstel van de oorspronkelijke bodemgemeenschappen optimaal wordt gefaciliteerd.

Introductie artificieel hard substraat

Aangezien als gevolg van de toegenomen aanwezigheid van artificiële harde substraten een merkelijke toename van niet-inheemse soorten wordt verwacht, dient de introductie van harde substraten tot het minimum te worden beperkt. Verder dienen voor de erosiebescherming uitsluitend natuurlijke materialen gebruikt te worden. Bij de ontmanteling dient ook de erosiebescherming, indien gebruikt, verwijderd te worden.

Voorwaarden

- Gezien de onduidelijkheid of er al dan niet dagzomend grind in het projectgebied aanwezig is en omvang ervan, dient het grondonderzoek, uitgevoerd door Rentel voorafgaand aan de start van de werken aan de BMM worden overgemaakt. Op basis hiervan zal beslist worden of het deel van de monitoring gericht op dagzomend grind al dan niet moet worden uitgevoerd.
- Voorafgaand aan de werken moet de vergunninghouder contact opnemen met de BMM dat, op basis van de concrete bouwplannen en de gegevens van het grondonderzoek, zal bepalen waar en hoe het uitgegraven materiaal gestockeerd en gestort zal worden.

- De introductie van harde substraten dient tot een minimum te worden beperkt. Bij de aanleg van de erosiebeschermingslaag dient gebruik te worden gemaakt van natuurlijke materialen.
- Indien de aanvrager de aangroei wenst te verwijderen, om welke redenen dan ook, dient dit een maand voorafgaandelijk aan de BMM te worden meegedeeld.
- Bij de ontmanteling dienen alle aangebrachte constructies, inclusief de erosiebescherming indien gebruikt, verwijderd te worden.
- Na beëindiging van de constructiefase is een maximaal herstel van de site vereist. De vergunninghouder dient aan te tonen dat eventueel tijdens de werken blootgelegde tertiaire kleilagen opnieuw werden afgedekt.

Aanbevelingen

- Om een maximale overleving en minimale verstoring van het bodemleven tijdens de constructiewerkzaamheden te verzekeren moet de verstoorde oppervlakte (door baggeren, storten en plaatsing van de funderingen) tot een minimum beperkt worden.

10.4 Monitoring

De monitoring moet het mogelijk maken om eventuele veranderingen in het onderwaterleven als gevolg van de inplanting van een windmolenpark te kunnen detecteren en te kunnen vergelijken met andere projecten en gebieden. Opdat eventuele permanente veranderingen zouden kunnen vastgesteld worden, is een grondige en voldoende lange monitoring van de diverse gemeenschappen noodzakelijk. Aangezien in het verleden weinig onderzoek gebeurde in het projectgebied, is het aangewezen om de referentietoestand zo goed mogelijk te inventariseren, en een inzicht in de bestaande variatie aan onderwaterleven te krijgen. Met deze referentiegegevens kunnen eventuele veranderingen als gevolg van de aanleg van het windmolenpark beoordeeld worden. De te verwachten effecten zijn sterk afhankelijk van de uiteindelijke keuze van funderingstypes en installatietechnieken. Verschillende onderdelen van de onderstaande monitoring zijn opgesteld om de effecten van specifieke funderingstypes en installatietechnieken te onderzoeken en de uitvoering van deze onderdelen is dan ook afhankelijk van de uiteindelijke invulling van het Rentel project. Dit onderzoek sluit aan bij het bestaande onderzoek naar harde substraten, macrobenthos, epibenthos en visfauna en de onderstaande inspanningen zullen dus zo efficiënt mogelijk gedeeld worden over de verschillende windmolenparken en concessiehouders.

BASISMONITORING

10.4.1 Kolonisatie en successie artificieel hard substraat

MOTIVERING

Door de introductie van artificiële harde substraten in een waarschijnlijk overwegend zandige omgeving wordt een nieuwe biotoop geïntroduceerd, waaronder een intertidale zone, die normaal niet offshore voorkomt. Dit heeft als gevolg dat zich op de structuren nieuwe soorten vestigen in een gemeenschap

typisch voor artificiële harde substraten. In eerste instantie is er op de harde substraten een kolonisatiefase. Geleidelijk aan ontstaat, na een successiefase, een climaxgemeenschap. Daarin is een evenwicht ontstaan tussen de voorkomende organismen en de opeenvolging van de ene gemeenschap door de andere. Gelijklopend met de kolonisatie door epifauna worden ook vissen, zoals steenbolk en kabeljauw, en grotere epibenthische organismen, zoals kreeften, tot de harde substraten aangetrokken. Alle soorten samen vormen een karakteristieke gemeenschap, geassocieerd met de artificiële harde substraten. Er zijn echter indicaties dat deze gemeenschap verschillend is van die van natuurlijke harde substraten. Vooral het aandeel niet-inheemse soorten – introducties uit andere oceanen en soorten van zuidelijke rotskusten waarvan het areaal zich naar het noorden uitbreidt – blijkt hoog te zijn (Kerckhof *et al.*, 2011). Omdat er in het BDNZ meer en meer artificiële substraten geïntroduceerd worden, dient ook het eventuele stapsteeneffect ten aanzien van de introductie van niet-inheemse soorten onderzocht te worden. Verder wordt ook verwacht dat de koloniserende visfauna kenmerken van zowel de zachte substraten gemeenschap als de rotskustgemeenschap vertoont.

STRATEGIE

Het onderzoek van de artificiële harde substraten moet gericht zijn op de vestiging, de ontwikkeling en de aard (niet-inheems, inheems) van de organismen op en rond de nieuwe structuren en naar specifieke soorten, die een indicatie kunnen geven van de gezondheidstoestand van de habitat.

Op de bestaande windmolens zijn drie habitats te onderscheiden: de erosiebescherming rond de fundering van de windmolen (HARD ER), de fundering subtidaal (HARD SUB) en de fundering intertidaal (HARD INT), die alle drie onderzocht moeten worden.

De staalname van de epifauna (HARD SUB) gebeurt bij voorkeur door middel van een ijzeren frame met een staalname oppervlak van 25 cm x 25 cm, en een opvangnet. Daarnaast dienen ook onderwaterfoto's en eventueel video-opnames gemaakt te worden. Per kwadrant bepaalt men de abundantie van de mobiele organismen en de bedekkinggraad van de sessiele organismen met een daarvoor geschikte schaal bvb de SACFOR schaal (JNCC, 2012). Bij de intertidale staalname (HARD INT) is het gebruik van een staalnameframe praktisch niet mogelijk en daar gebeurt de staalname door het afschrappen van een deel van de aangroei. Alternatieve technieken van bemonstering van de aangroei kunnen toegepast worden als blijkt dat deze goede resultaten opleveren. De ISO 19493:2007 norm *Waterkwaliteit - Richtlijn voor marien biologisch onderzoek van litorale en sublitorale verharde bodem* biedt nuttige richtlijnen voor het uitvoeren van de bemonstering en dient zoveel mogelijk gevolgd te worden.

Naast de kwantitatieve bemonsteringen dienen ook kwalitatieve opnames te gebeuren met duikers die op geregelde tijdstippen een totaalopname maken van de evolutie van de gemeenschappen.

Gezien hun hoge mobiliteit en veelal lage dichtheden kunnen de visfauna en grotere epibenthische organismen moeilijk via standaard staalnametechnieken worden gekwantificeerd. Om een zo volledig mogelijk beeld van deze component van de harde substratenfauna te verkrijgen, moeten daarom verschillende onderzoekstechnieken worden gecombineerd. Deze technieken omvatten: onderwater video-opnames (te combineren met de video-opnames voor de epifauna), lijnvissen en passieve vistechieken, zoals fuiken.

Voor de aangroei op de erosiebescherming (HARD ER) wordt er voorgesteld om 3 maal per jaar (winter (februari - maart) – zomer (juli - augustus) – herfst (oktober)) een staalname uit te voeren op de verschillende types windmolens aanwezig op het BDNZ gespreid over een gradiënt van de meer

kustnabije parken tot de verder offshore gesitueerde parken. De staalname zou kunnen bestaan uit het nemen van drie replica's (stenen) van de erosiebescherming van één windmolen drie maal per jaar. Dit kan aangevuld worden met video transectopnames. Eventueel kan de staalnamefrequentie en het aantal stalen later aangepast worden, bijvoorbeeld na het bereiken van de climaxgemeenschap.

Voor de aangroei op de palen subtidaal (HARD SUB) en intertidaal (HARD INT) wordt voorgesteld om drie maal per jaar drie stalen (i.e. replica's) op één representatieve waterdiepte te verzamelen op minimaal één windmolen (aangroei subtidaal) en om drie maal per jaar twee stalen (mossel – zeepokkenzone) uit te voeren op minimaal één windmolen (aangroei intertidaal). Dit alles in combinatie met (onderwater) video-opnames langsheen de subtidale gradiënt om de representativiteit van de stalen na te gaan.

Een detailopname van de visfauna en grotere epibenthische organismen (HARD VIS) dient één maal per jaar nabij minimaal één windmolen van elk verschillend funderingstype te worden uitgevoerd en gebeurt bij voorkeur tijdens de zomer.

Tabel 10.1 Staalname-intensiteit erosiebescherming (HARD ER), subtidale begroeiing palen (HARD SUB), begroeiing palen intertidaal (HARD INTER), visfauna en grotere benthische organismen (HARD VIS) per funderingstype aanwezig op het BDNZ

Type	Periode	Frequentie	Aantal opnames (aantal turbines X replica's)	Aantal stalen
HARD ER	T ₀₊	3x / jaar	1 x 3	9 / jaar
HARD SUB	T ₀₊	3x / jaar	1 x 3	9 / jaar
HARD INT	T ₀₊	3x / jaar	1 x 2	6 / jaar
HARD VIS	T ₀₊	1x / jaar	1 x 1	1 / jaar

10.4.2 Ontwikkeling natuurlijke zacht substraat fauna (macrobenthos, epibenthos en demersale en benthische vissen) in windmolenzone.

MOTIVERING

Als gecombineerd gevolg van onder andere de (lokale) organische aanrijking ten gevolge van de begroeiing van de windmolenfunderingen en een eventueel verhoogde turbiditeit, worden veranderingen in het natuurlijke zachte substraten bodemleven verwacht. Er worden wijzigingen in de typische offshore *N. cirrosa* en *O. limacina* biotopen, verwacht. De opvolging van de langetermijnontwikkeling zal inzicht verschaffen in het geïntegreerde effect van het offshore windmolenpark op de fauna van zandige substraten.

STRATEGIE

Net zoals bij de basismonitoring van de andere windmolenparken wordt hier een Before After Control Impact (BACI; Smith, 2002) design voorgesteld. Hierbij wordt het resulterende milieu-effect afgeleid uit de vergelijking tussen de situatie vóór en na de bouw van het windmolenpark, alsook tussen de impactzone en een referentiezone.

Voorafgaand aan de werkzaamheden (T₋₁ = referentiesituatie) wordt de fauna van de referentie- en

impactzone gedetailleerd bemonsterd (random bemonstering), waarbij 30 macrobenthosstalen ecologisch zo wijd verbreid als mogelijk worden verzameld (= stratified random bemonstering); dit zowel in het referentiegebied als de impactzone (Tabel 10.2). Op basis van deze gegevens wordt een selectie van drie stations in referentie- en impactzone voor verdere opvolging van het macrobenthos tijdens de constructie- en exploitatiefase gemaakt (T_{0+} = tijdsreeks vaste stations, gerepliceerd: vijf replicaten). Bij deze selectie wordt rekening gehouden met de ecologische variabiliteit in het projectgebied (cf. biotopen). Naast het macrobenthos worden ook het epibenthos, als demersale, benthische en bentho-pelagische vissen opgevolgd. Hiertoe worden drie vistracks per jaar bemonsterd (Tabel 10.3).

De staalname van alle benthische ecosysteemcomponenten vindt *idealiter* plaats in het najaar (half september – half november). Om een beeld te krijgen van de lange termijn veranderingen wordt deze staalname *idealiter* verder gezet over de hele periode van de activiteit.

Op te meten responsvariabelen zijn: soortenrijkdom, dichtheid en biomassa. Op te meten verklarende variabelen omvatten minstens de sedimentsamenstelling en het gehalte organisch materiaal in de bodem.

Om de vergelijkbaarheid van de data afkomstig van de monitoring van alle windmolenparken in het BDNZ te garanderen, worden dezelfde staalname- en verwerkingstechniek als deze toegepast in de andere windmolenparken geadviseerd. Voor details: zie Degraer *et al.*, (2010).

Naast een algemene beschrijving van waargenomen veranderingen wordt de ecologische significantie van de veranderingen ingeschat aan de hand van milieukwaliteitindicatoren, zoals de Benthos Ecosystem Quality Index (BEQI; Van Hoey *et al.*, 2007).

Een geïntegreerde analyse van de macrobenthos-, epibenthos- en visgegevens moet finaal toelaten hypothesen betreffende de functionele samenhang van de fauna van de natuurlijke zachte substraten en meer specifiek de geïntegreerde impact van het offshore windmolenpark hierop te evalueren.

Tabel 10.2 Macrobenthos

Periode	Frequentie	Aantal stations	Aantal stalen per station	Aantal stalen
T_{-1}	1x	2x 30	1	60
	1x	2x 3	5	30
T_{0+}	1x / jaar	2x 3	5	30 / jaar

Tabel 10.3 Epibenthos en vis

Periode	Frequentie	Aantal vistracks	Totaal aantal vistracks
T_{-1}	1x / jaar	2x 3	6 / jaar
T_{0+}	1x / jaar	2x 3	6 / jaar

GERICHTE MONITORING

10.4.3 Impact van heien op fauna, o.a. commercieel belangrijke vis(larven)

MOTIVERING

Wanneer gekozen wordt voor het heien van funderingspalen (i.e. monopiles of jacket funderingen), zal energie onder de vorm van onderwatergeluid (geluidsdruk en partikelbeweging) in het mariene ecosysteem worden geïntroduceerd. Vissen kunnen gedragswijzigingen vertonen, fysische schade oplopen of sterven tijdens en na blootstelling aan dergelijk onderwatergeluid. De levensvatbaarheid van viseieren en vislarven kan verminderen onder invloed van het heien. Tot op heden is echter niet bekend welke geluidsdruk op welke afstand welke schade aan welke organismen zal berokkenen. Het spreekt voor zich dat dit onderzoek enkel uitgevoerd zou worden indien er bij de constructie van het windmolenpark gekozen wordt voor installatietechnieken waarbij palen geheid worden.

STRATEGIE

De levensstadiumafhankelijkheid van de gevoeligheid van vissen ten opzichte van onderwatergeluid wordt *idealiter* experimenteel getest. Verschillende experimentele opzetten kunnen worden overwogen, waarbij het onderscheid tussen *in situ* en *ex situ* experimenten belangrijk is. In het eerste geval wordt de impact op een directe en reële manier in het veld opgemeten, terwijl in het tweede geval de (reële opgemeten) geluidsdruk in laboratoriumomstandigheden wordt gereproduceerd en het effect hiervan wordt opgemeten (Tabel 10.4).

In situ experimenten hebben als voordeel dat problemen met de reproduceerbaarheid van dergelijke hoge geluidsdrukken worden vermeden en dat de vissen in quasi natuurlijke omstandigheden kunnen worden blootgesteld aan de geluidsdruk. *In situ* experimenten zijn echter wel afhankelijk van het effectief plaatsvinden van heiwerkzaamheden. Verder moet extra aandacht worden besteed aan de manier waarop de vissen in het systeem worden gebracht (vb. kooien) en de (veiligheids)afstand tot de geluidsbron, waarop deze experimenten kunnen worden uitgevoerd. Ten slotte zijn *in situ* experimenten steeds onderhevig aan natuurlijke variatie als gevolg van bvb. weersomstandigheden of de variatie in propagatie van het geluid in een geomorfologisch divers gebied als het BDNZ. *Ex situ* experimenten hebben dan weer het voordeel dat alles onder gecontroleerde omstandigheden kan worden uitgevoerd en dat viseieren en –larven gebruikt kunnen worden. De technische uitvoerbaarheid van dergelijke experimenten moet echter te gronde op voorhand worden geëvalueerd. Ook de toepasbaarheid van de resultaten uit *ex situ* experimenten in het natuurlijke milieu verdient extra aandacht. In conclusie kan gesteld worden dat een combinatie van *in situ* en *ex situ* experimenten noodzakelijk is.

De responsvariabelen van dergelijke experimenten zijn mortaliteit, fysiologische schade (o.a. stress), gedragswijzigingen (beide types experimenten) en beschadiging van weefsel. Verklarende variabelen omvatten de verschillende parameters van de 2 componenten van het geluid, geluidsdruk en partikelbeweging. Bij de beide experimenten is het dus noodzakelijk om gelijktijdig onderwatergeluidsmetingen uit te voeren.

Aangezien de gevoeligheid ten opzichte van onderwatergeluid varieert in functie van vissoort en levensstadium zijn experimenten met verschillende vissoorten (gehoorgeneralisten en gehoorspecialisten) en verschillende levensstadia aangewezen.

IN SITU EXPERIMENTEN

Voor het evalueren van de effecten van hei-activiteiten op juveniele tot adulte vissen zijn er twee blootstellingsexperimenten nodig. Het eerste experiment onderzoekt de invloed van afstand tot de geluidsbron en het tweede experiment onderzoekt de invloed van blootstellingstijd. De vissen worden in kooien neergelaten op 3 verschillende afstanden (onmiddellijke nabijheid, verderaf en controle) van het actieve heiplatform of gedurende 3 verschillende periodes (kort, langer en controle) in zee gehouden. Het gedrag van de vissen in een kooi wordt bekeken aan de hand van een onderwatercamera, en simultane geluidsmetingen worden op de experimentele site uitgevoerd. Uitwendige en inwendige weefselschade wordt deels aan boord en deels in het laboratorium bepaald (necropsie en histologische analyses).

EX SITU EXPERIMENTEN

Deze experimenten zijn gebaseerd op het reconstrueren van de veldsituatie in het laboratorium op basis van in het veld opgenomen onderwatergeluid. Daarvoor dient een aquarium volledig te worden ingericht om een akoestische situatie te bekomen die zo goed mogelijk de veldsituatie benadert. Deze opstelling is bijzonder geschikt voor het evalueren van de effecten op jongere levensstadia, waarbij de individuen kleiner zijn, en om effecten te beoordelen die in een veldsituatie onmogelijk te bepalen zijn, meer bepaald stress.

Tabel 10.4 Overzicht van het onderzoek naar de effecten van heigeluid

	In situ	Ex situ
Materiaal	Hydrofoon en Accelerometer	
	Onderwatercamera	Experimenteel aquarium (min 5m x 1.5m) met geluidsisolerende wandbekleding + geluidsinstallatie met versterkers
	3 experimentele kooien	
	240 proefdieren (120 rondvissen, 120 platvissen)	480 proefdieren in een vroeg levensstadium (240 rondvissen, 240 platvissen)
	materiaal voor necropsie (loupelamp, dissectiemateriaal, fototoestel)	
	fixatievloeistoffen voor histologische preparaten	
Veldwerk	3 dagen scheepstijd	1 dag scheepstijd, 1 persoon
	5-6 personen aan boord	1 persoon
	Geluidsmetingen, blootstellingen, necropsie, fixatie	Maken van geluidsoptnames van hoge kwaliteit
Laboratorium	Histologische analyses	Blootstellingsexperimenten (2 levensstadia, 2 vissoorten, 4 behandelingen, 3 repeats)
	Beeldanalyses onderwatercamera	Necropsie, stressmetingen, histologische analyses, gedragsobservaties

	Stockonderhoud proefdieren	Kweek en stockonderhoud proefdieren
Verwerking gegevens	Statistische analyse biologische gegevens	
	Analyse metingen onderwatergeluid	Analyse geluidsopnames en vergelijking met nagebootste laboratoriumsituatie

10.4.4 Bepalen van de ontwikkeling van de aanwezige grindbiotoop fauna

MOTIVERING

Zoals hiervoor al uitgebreid aangehaald is de ecologische waarde van dagzomend grind zeer hoog. Indien uit het voorafgaande grondonderzoek blijkt dat in het gebied grindvelden voorkomen dan is het nodig om de ecologische toestand ervan op te volgen.

STRATEGIE

In eerste instantie is het belangrijk om de precieze omvang en plaats van de grindzones te kennen. Als het detail van de aangeleverde gegevens uit het voorafgaandelijk geologisch onderzoek onvoldoende is, zal het nodig zijn om voorafgaandelijk een multibeam onderzoek uit te voeren om de precieze locatie en de omvang van de grindzones te bepalen.

Vervolgens wordt de ecologische toestand van de grindzones vergeleken vóór en na de bouw van het windmolenpark, en daarna, na de beëindiging van de bouw van het windmolenpark, verder opgevolgd in de tijd om een beeld te krijgen van de lange termijn veranderingen (Tabel 10.5). Daartoe dient voorafgaand aan de werkzaamheden (T_0 = referentiesituatie) de fauna van de impactzone gedetailleerd bemonsterd te worden (random bemonstering) en vervolgens onmiddellijk na het beëindigen van de werken (T_1). Daarna dient de ecologische toestand van de grindzones om de 4 jaar verder opgevolgd te worden, en latere staalnames te bepalen aan de hand van de eerder verkregen resultaten. Omdat grindgemeenschappen zeer traag evolueren, is het nodig om voldoende lang in de tijd te blijven bemonsteren.

Gezien de kwetsbaarheid en het ruimtelijk beperkt voorkomen van grindzones en hun hoge mate van ruimtelijke heterogeniteit (patchiness) stellen we voor om stalen te nemen met een boomkor en korte slepen uit te voeren. Het aantal slepen (staalnames) zal afhankelijk zijn van de omvang van de aangetroffen grindzones. De staalnames gebeuren eenmaal per jaar bij voorkeur tussen april en oktober.

Op te meten responsvariabelen zijn: soortenrijkdom, dichtheid en biomassa. Op te meten verklarende variabelen omvatten de sedimentsamenstelling en het gehalte organisch materiaal in de bodem.

Tabel 10.5 Bemonsteringsstrategie grindbiotoop

Periode	Frequentie	Aantal stations	Aantal stalen per station	Aantal stalen
T_0	1x / jaar	4	1	4
T_1	1x / jaar	4	1	4
$T_{4/8/12}$	1x / jaar	4	1	4

10.4.5 *Ammodytidae*: populaties en paaigedrag in de geulen van het Belgische windmolengebied

MOTIVERING

Bij gebruik van GBF zullen grote hoeveelheden sediment worden gewonnen, gestockeerd en gestort. De mogelijkheid dat het Rentel projectgebied en bij uitbreiding de hele zone voorzien voor windmolens op bepaalde tijdstippen als paaiplaats fungeert voor zandspiering kan niet uitgesloten worden en vormt bijgevolg een leemte in de kennis.

STRATEGIE

Om een inschatting te kunnen maken van de effecten van windmolenparken op zandspieringspopulaties is een geïntegreerde studie over de verschillende levensstadia noodzakelijk (Tabel 10.6). Ten eerste moet de dynamiek van de adulten (>2 jaar) in kaart worden gebracht, meer bepaald de ruimtelijke en temporele variatie in hun voorkomen, en de verdeling tussen de verschillende soorten. Adulten zijn na recrutering grotendeels sedentair en kunnen bemonsterd worden met een bodemschaaf (ICES, 2011). Metingen van omgevingsvariabelen moeten minstens sedimentsamenstelling, oppervlaktewatertemperatuur, bodemtemperatuur, saliniteit, getijmoment en diepte omvatten, aangezien deze reeds door Van der Kooij *et al.*, (2008) werden geïdentificeerd als bepalend voor de verspreiding van zandspierungen op de Doggerbank. Een volgende stap is het bestuderen van het paaigedrag en de locatie van de paaigronden. Aangezien eitjes van de familie *Ammodytidae* moeilijk op soort te brengen zijn aan de hand van morfologische kenmerken, kan geopteerd worden om moleculaire merkers te gebruiken die de aanwezigheid van eitjes van een bepaalde soort in een bodemstaal kunnen bevestigen, i.e. via DNA extractie uit sediment (zie Mitchell *et al.*, 1998). Ten slotte dient de planktonische fase van de verschillende zandspieringssoorten te worden bestudeerd. Klassiek worden dergelijke vislarven bemonsterd met een Bongonet met maaswijdte van 0.5 mm die op undulerende wijze door de waterkolom wordt gesleept. Op basis van deze gegevens kan een inschatting worden gemaakt van de verspreiding van jonge levensstadia en kan een verband worden gelegd met de recrutering naar de bodem. Om het relatieve belang van het concessiegebied voor zandspieringspopulaties te kunnen inschatten, dient het in een ruimer ruimtelijk kader te kunnen geplaatst worden.

Tabel 10.6 Bemonstering zandspiering

Periode	Frequentie	Aantal stations	Bongonet	Boxcore	Bodemschaaf	Aantal stalen
T ₀	1x / jaar	10	X	X	X	30
T5	1x / jaar	10	X	X	X	30

11. Zeezoogdieren

- Het meest algemene zeezoogdier in Belgische (en aanpalende Nederlandse) wateren is de bruinvis, die vooral algemeen voorkomt in het voorjaar, met mogelijk een tweede piek tijdens de zomer. In de zuidelijke Noordzee komt minstens seizoenaal een groot gedeelte van de Noordzeepopulatie voor. De andere zeezoogdieren komen in veel lagere aantallen voor in Belgische wateren, en bijgevolg wordt bij het inschatten van de impact gefocust op bruinvissen.
- De meest negatieve impact tijdens de constructiefase van het project kan verwacht worden bij het heien van palen, zowel van monopiles (hoge geluidsniveaus) als van jacketfunderingen (lagere geluidsniveaus, maar langere duur). Bruinvissen en andere zeezoogdieren kunnen verstoord worden tot op tientallen km afstand. De betekenis van de impact zowel op individuele dieren (met mogelijke tijdelijke gehoorschade) als op de populatie is niet gekend.
- De zeehondenkolonies in Nederland (Zeeland) liggen te ver van het projectgebied om significant negatieve effecten te verwachten.
- Gezien voor suction bucket en gravitaire funderingen geen palen geheid worden, zal een verstoring met een reikwijdte zoals verwacht bij het heien van palen bij deze types fundering niet voorkomen.
- Scheepvaart en baggeren zullen een impact hebben op veel kleinere afstand dan heien.
- Tijdens de operationele fase zal het geluid veroorzaakt door de draaiende turbines, de golfslag tegen de funderingen en de stroming er rond, waarschijnlijk slechts een verwaarloosbare impact hebben op zeezoogdieren. Mogelijk zal een verhoogd voedselaanbod en een verminderde verstoring door scheepvaart en visserij een positief effect hebben.
- Het Rentel project is voor wat betreft de effecten op zeezoogdieren aanvaardbaar voor zowel de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen, mits het strikt naleven een aantal voorwaarden. Wat betreft de te gebruiken technieken is er een voorkeur voor suction bucket en gravitaire funderingen aangezien deze bij installatie slechts een beperkte verstoring zullen veroorzaken.

11.1 Inleiding

Het MER is tamelijk volledig in het beschrijven van de achtergrondsituatie en de mogelijke effecten op zeezoogdieren tijdens de constructie en exploitatie van het Rentel windpark. De informatie werd voor het grootste gedeelte overgenomen uit eerdere milieu-effectenbeoordelingen (MEB), aangevuld met voorlopige data uit het monitoringrapport opgesteld door de BMM in 2012 (Haelters *et al.*, 2012). Bijgevolg kan dus voor gedetailleerde informatie m.b.t. de achtergrondsituatie en mogelijke effecten verwezen worden naar het MER en Rumes *et al.*, (2011). De informatie verkregen uit de monitoring van de reeds vergunde windmolenparken die werd uitgevoerd in 2011 was slechts beperkt en in voorlopige versies beschikbaar bij het opstellen van het MER voor Rentel. Deze informatie wordt samengevat weergegeven in deze MEB, in combinatie met nieuwe beschikbare informatie.

De diverse scenario's voor de bouw en operatie van het Rentel windpark, met gebruik van verschillende funderingstypes, een verschillend aantal turbines en verschillende types turbines, zijn relevant voor wat

betreft de mogelijke effecten op zeezoogdieren. De te verwachten effecten worden beoordeeld m.b.t. hun aanvaardbaarheid. Er worden voorwaarden voorgesteld en een monitoringplan opgemaakt dat rekening houdt met nieuwe inzichten en met de voorziene monitoring in de reeds bestaande of in de nabije toekomst geplande windparken.

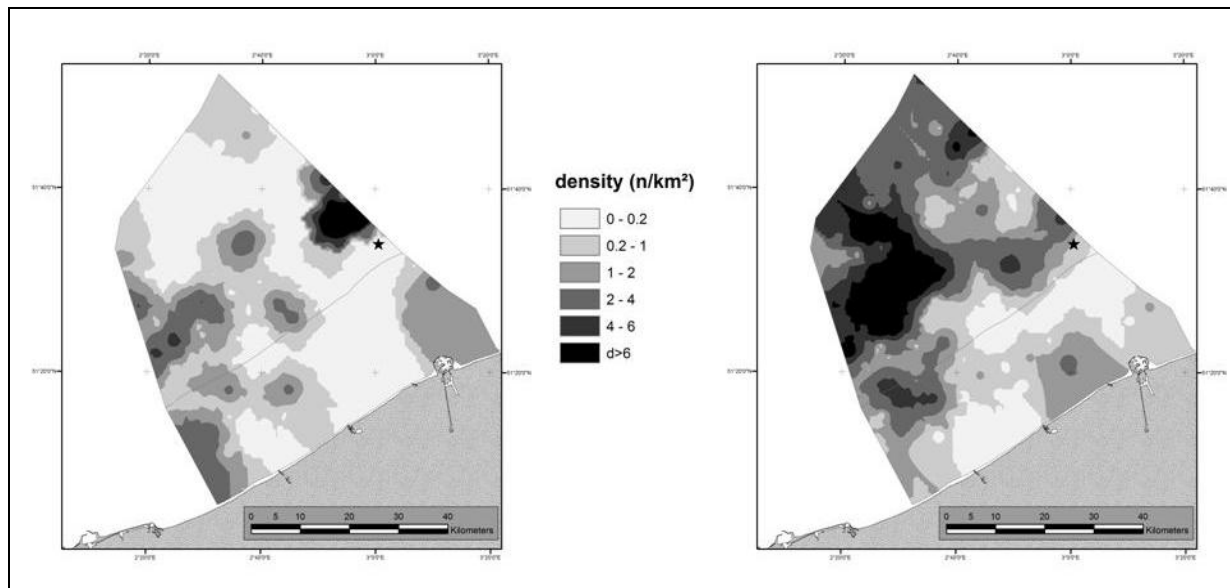
De situatie in de Belgische wateren in de onmiddellijke omgeving van het Rentel concessiegebied is gelijkaardig aan deze in de aanpalende Nederlandse wateren; de mogelijke effecten zullen als dusdanig gelijkaardig zijn voor deze Nederlandse wateren, en de maatregelen voorgesteld, zullen zowel voor de Belgische als Nederlandse wateren effect hebben; ze worden hier bijgevolg niet apart besproken.

11.1.1 Soorten zeezoogdieren in Belgische wateren

De bruinvis *Phocoena phocoena* is veruit het meest algemene zeezoogdier in Belgische en aanpalende Nederlandse wateren. De dichtheden van andere walvisachtigen, en in het bijzonder de witsnuitdolfijn *Lagenorhynchus albirostris*, zijn veel lager, met veel minder waarnemingen. De meest nabije kolonies zeehonden, zowel van de gewone zeehond *Phoca vitulina* en de grijze zeehond *Halichoerus grypus*, bevinden zich op tientallen km afstand van het Rentel concessiegebied (in Zeeland), en vertonen reeds jaren een stijgende trend (Berrevoets *et al.*, 2005; Strucker *et al.*, 2012). Ook kolonies grijze en gewone zeehonden in zuid-west Engeland, waaronder de Goodwin Sands, vertonen een stijgende trend (J. Bramley, persoonlijke mededeling; SCOS, 2011). Hoewel zeer geregeld zeehonden waargenomen worden, blijft hun aantal in Belgische wateren waarschijnlijk beperkt tot enkele tientallen exemplaren van beide soorten. Gewone zeehonden worden frequent bij de kust waargenomen, rustend op strandhoofden of in havens.

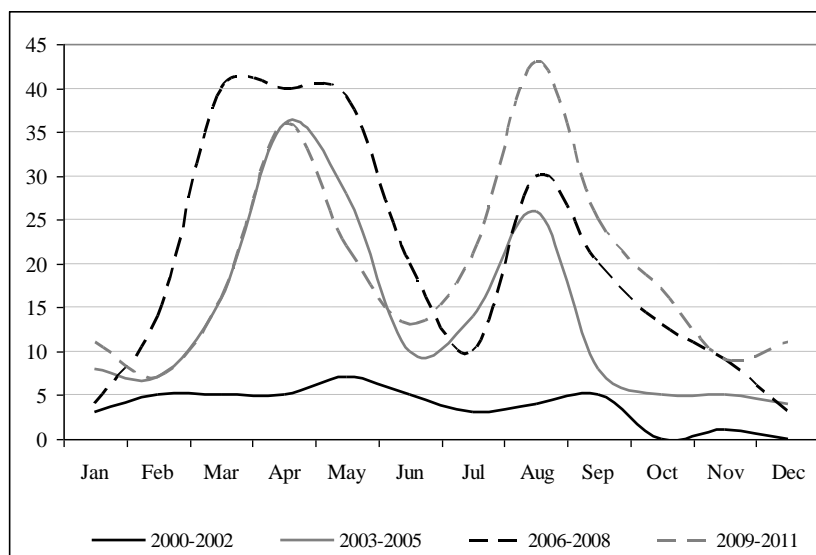
11.1.2 De bruinvis in Belgische wateren: aantallen en trends

Uit de monitoring van de afgelopen jaren bleek dat de bruinvis algemeen voorkwam in de zuidelijke Noordzee, ten minste in het voorjaar (Ascobans, 2011; Geelhoed *et al.*, 2011; Haelters *et al.*, 2012). In het voorjaar van 2011 werden in Belgische wateren meer bruinvissen waargenomen dan ooit tevoren (Figuur 11.1). De gemiddelde dichtheid in Belgische wateren eind februari 2011 bedroeg naar schatting 1,05 bruinvissen per km² (BMM, niet gepubliceerd), met een hoge dichtheid in en om het Rentel concessiegebied (door de waarneming van enkele relatief grote groepen bruinvissen). De gemiddelde dichtheid liep op tot naar schatting 2–3 dieren/km² eind maart, met de hoogste dichtheden in het noordwesten van Belgische wateren (Haelters *et al.*, 2012). Het totaal aantal bruinvissen in Belgische wateren bedroeg eind maart 2011 naar schatting 8500 dieren.



Figuur 11.1 Schatting, op basis van data bekomen via luchtsurveys, van de dichtheid van bruinvissen in Belgische wateren eind februari 2011 (links; ongepubliceerde data BMM) en eind maart 2011 (rechts; Haelters *et al.*, 2012). De ster geeft het windpark C-Power weer. Het Rentel park bevindt zich net ten noorden hiervan.

Hoewel geen luchtsurveys uitgevoerd werden in de zomermaanden van 2011 bleek uit strandinggegevens (figuur 11.2; BMM, niet gepubliceerd) en uit anekdotische waarnemingen dat in juli en augustus 2011 bruinvissen talrijk aanwezig waren in Belgische wateren. De systematische piek in strandingen in de zomer/najaar doet, samen met de waarnemingen in juli 2010 in het algemeen een tweede piek in het voorkomen van bruinvissen in Belgische wateren vermoeden. In deze periode konden slechts beperkte schattingen van aantal of verspreiding gemaakt worden (Haelters *et al.*, 2011a; b). In mei en juni, en vanaf oktober tot januari, komen vermoedelijk de laagste aantallen bruinvissen voor in onze wateren. Seizoensale aantallen en verspreiding in Belgische wateren blijven echter relatief onvoorspelbaar. Gezien de mobiliteit van bruinvissen komen belangrijke natuurlijke variaties voor in lokale densiteiten op korte termijn, mogelijk onder invloed van variaties in het voorkomen van geschikte prooien (Haelters *et al.*, 2011a).



Figuur 11.2 Het aantal gestrande bruinvissen per maand per triënnium tussen 2000 en 2011 laat vermoeden dat naast de voorjaarspiek, een tweede piek in het aantal bruinvissen in de zuidelijke Noordzee voorkomt in juli - september.

11.1.3 Nieuw beschikbare informatie

Hieronder wordt een samenvatting gegeven van nieuwe informatie. De resultaten van recent onderzoek spreken eerdere bevindingen niet tegen. De informatie samengevat in Murphy *et al.*, (2012), met een overzicht van mogelijke effecten van de constructie en exploitatie op zeezoogdieren, en aanbevelingen voor mitigerende maatregelen, en de resultaten van een workshop van de International Whaling Commission (IWC, 2012) werden verwerkt in de beoordeling.

Brandt *et al.*, (2011; 2012) hebben de schaal van habitat-exclusie bij heien bij de constructie van Alpha Ventus en het Horns Rev II windpark nagegaan door middel van PoDs die geplaatst werden in een gradiënt tegenover de heillocatie (van binnen in het park tot meer dan 20 km afstand). Men vond een duidelijk negatief effect op de akoestische activiteit van bruinvissen, met een tijdelijke reductie in de detecties van bruinvissen tot op 17.8 km bij Horns Rev II en 9 km bij Alpha Ventus. Effecten dicht bij de heillocaties bleven meetbaar tot 70 uren na het heien. De duur van het negatief effect verminderde met het stijgen van de afstand tot de heillocatie.

Thompson *et al.*, (2010) onderzochten het effect op bruinvissen van het heien van palen (jacket fundering; diameter palen: 1.8 m) voor twee 5 MW turbines in Schotland. Effecten waren merkbaar maar het bleek moeilijk om referentie-sites te vinden voor het plaatsen van PoDs door onzekerheden in de natuurlijke verspreiding in impact- en gekozen referentiesite, en onzekerheden over de schaal van de impact. Terwijl na het heien van de eerste palen snel opnieuw bruinvissen in het gebied gedetecteerd werden, volgden na een tweede hei-event 2 tot 3 dagen met zeer weinig detecties. Men vermoedt dat dicht bij de plaats waar geheid werd verstoring zoals afkomstig van scheepvaart een belangrijke invloed had op PoD detecties. Men pleit voor een *gradient sampling design* in plaats van een *BACI design* voor de monitoring voor het onderzoeken van de ruimtelijke omvang van de impact op zeezoogdieren van heien. Dit houdt in dat men

een reeks passieve acoustische toestellen simultaan inzet op verschillende afstanden van de plaats van verstoring. In de literatuurstudie werden uiteenlopende schattingen gegeven van de afstanden waarop bruinvissen bij het heien zouden verstoord worden: 9.3 tot 70 km.

Skeate *et al.*, (2012) onderzochten het effect van de constructie van een windpark ‘Scroby Sands’ (UK) op zeehonden. Op 2 km en meer van de windparksite bevinden zich kolonies van zowel gewone (vaste ligplaats en plaats waar jongen geboren worden) als grijze zeehonden (vaste ligplaats). Voor het windpark werden 30 monopiles (diameter 4.2 m) in de bodem geheid. Er was een significante shift in de populaties, van een dominantie van gewone zeehonden vóór de constructie, tot een dominantie van grijze daarna. Vermoed wordt dat gewone zeehonden andere kolonies opzochten en niet meer terugkeerden, terwijl de grijze zeehonden, die van nature veel grotere afstanden afleggen om te foerageren, het vrijgekomen gebied koloniseerden. Mogelijk was ook een effect op prooien door het heien een beïnvloedende factor, met negatieve effecten op de lokaal paaierende haring.

Von Benda-Beckmann *et al.*, (2011) modelleerden een ‘ramp-up’ procedure (of ‘soft-start’ procedure, waarbij de energie gebruikt langzaam toeneemt), in casu voor SONAR geluid en effecten op orca’s. Men schatte dat het risico voor gehoorschade met een factor 5 tot 10 gereduceerd werd door de ‘ramp-up’ procedure. De resultaten van de modellering toonden aan dat lange ‘ramp-up’ procedures niet noodzakelijk de beste waren. De auteurs concluderen dat ze ook voor andere menselijke activiteiten waarbij excessief geluid ontstaat nuttig zouden kunnen zijn.

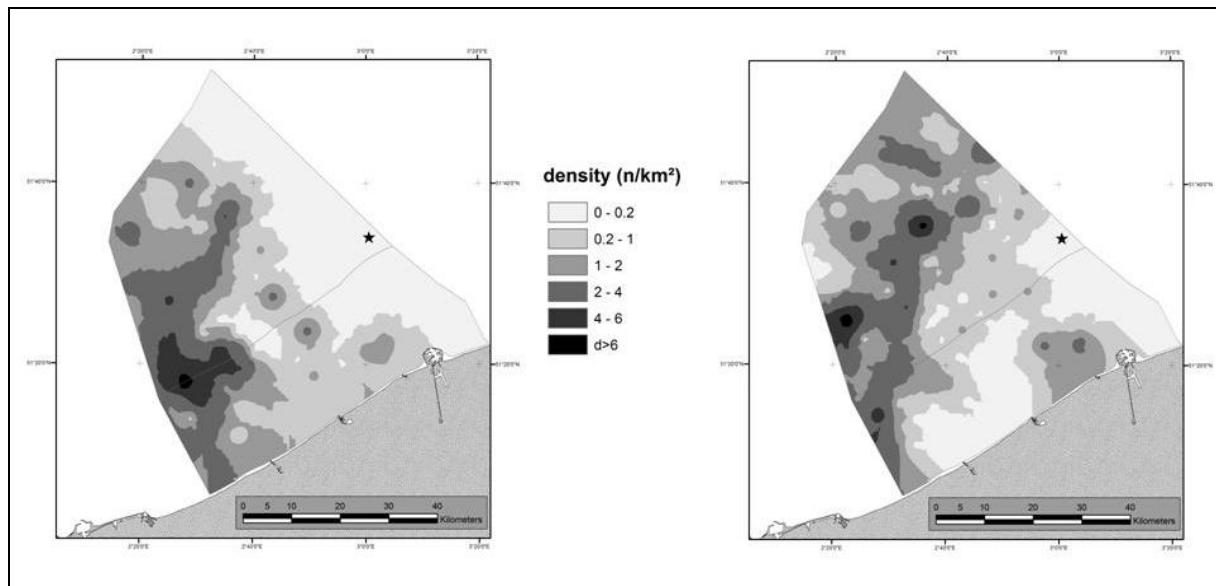
11.2 Te verwachten effecten

11.2.1 Constructiefase

De mogelijke effecten van de verschillende aspecten van de constructiefase worden besproken in het MER. Verstoring zal optreden door toenemend scheepvaartverkeer, baggerwerken, leggen van de parkkabels, etc., ongeacht het funderingstype. Daarbij zal meer verstoring optreden door baggerwerken en het storten van erosiebescherming bij gravitaire fundering en bij monopiles dan bij suction bucket en jacket funderingen. Het is niet mogelijk om met de beschikbare data een spatiale of temporele verstoring te kwantificeren. Geluid afkomstig van scheepvaart werd gelinkt met korte- en langetermijn gedragsveranderingen bij zeezoogdieren; gedragsveranderingen werden opgemerkt in de vorm van het vermijden van leefgebieden, veranderingen in foerageergedrag, veranderde vocalisatie, en het kan tot chronische stress leiden binnen een populatie (Richardson *et al.*, 1995; Weilgart 2007; Nowacek *et al.*, 2007; CBD 2012; Ellison *et al.*, 2012). Het valt echter niet te verwachten dat door de relatief beperkte toename van scheepvaart door de constructie van offshore windparken zeer negatieve effecten zullen voorkomen, zeker niet in het licht van een shift van de populatie bruinvissen in de Noordzee van het noorden naar het zuiden (SCANS II, 2008), waar veel meer scheepsbewegingen voorkomen, en in het licht van het reeds zeer drukke scheepvaartverkeer in de zuidelijke Noordzee. Mogelijk kiezen zeezoogdieren sub-optimale omgevingskarakteristieken (bijvoorbeeld door menselijke verstoring) indien dit gecompenseerd wordt door positieve aspecten van het gebied zoals de beschikbaarheid aan prooien (Tasker *et al.*, 2010).

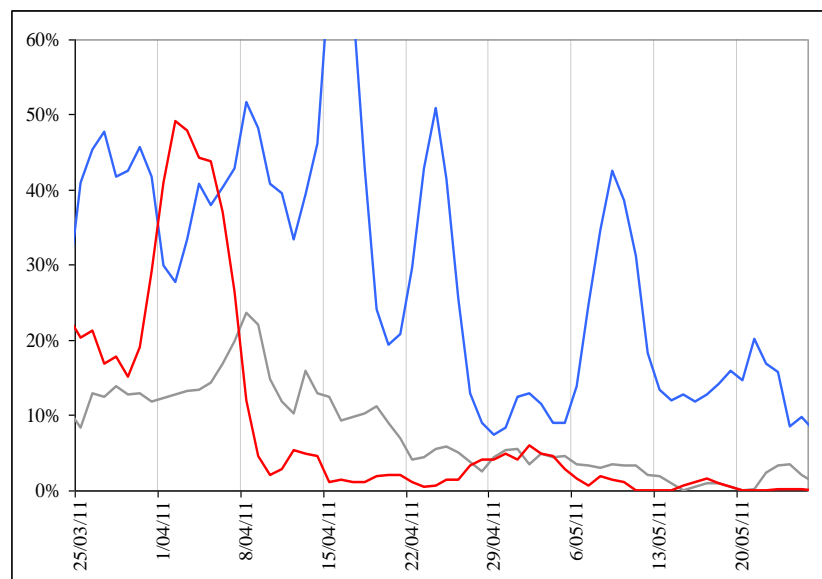
De belangrijkste effecten op zeezoogdieren kunnen verwacht worden bij het heien van palen, waarvan gekend is dat zeer hoge geluidsniveaus voorkomen. Bij gebruik van monopiles met een grote diameter wordt verwacht dat de geluidshinder groter is. Theoretische modellering van de impactzone op bruinvissen door middel van geluidsmetingen bij bestaande parken resulteerden in een impactradius van 30 km en 19 km voor monopile respectievelijk jacket funderingen (Norro *et al.*, 2012), waarbij geen rekening gehouden wordt met de duur van het heien of met herhaalde opeenvolging van hei-operaties. Hoewel het gebruik van jacket funderingen palen vereist met een kleinere diameter, en het geluidsniveau daardoor lager ligt dan bij het gebruik van monopiles, zal de verstoring langer aanhouden. Bruinvissen zullen in het gebied terugkeren, maar mogelijk zeer langzaam, en terugkerende (of nieuw aangekomen) bruinvissen zullen snel opnieuw verstoord worden bij opeenvolgende hei-operaties. Sundermeyer *et al.*, (2011) willen op basis van vaststellingen dat bij bruinvissen bij een geluid met een frequentie van 4 kHz van (SPL) 199.7 dB_{p-p} re 1μPa, en van (SEL) 164.3 dB re 1μPa²s tijdelijke gehoorschade ontstaat, onderzoeken wat het effect is van de duur van de blootstelling aan het geluid. Dit betreft een leemte in de kennis. Permanente gehoorschade bij bruinvissen zou ontstaan bij blootstelling aan hei-geluid op een afstand van 2 km of minder (MER; Rumes *et al.*, 2011). Op basis van de huidige beschikbare kennis is het niet mogelijk om te oordelen of het heien van een jacketfundering, waarbij minder hoge geluidsniveaus zullen ontstaan, maar waarbij langer geheid wordt dan bij monopiles, een negatiever effect zal hebben dan het heien van een monopile fundering. Bovendien is het niet mogelijk om het geluid dat onder water ontstaat door heien van palen van meer dan 5 m diameter in te schatten. Vandaar dat het niet mogelijk is om te oordelen welk hei-scenario de minst negatieve effecten heeft (36 tot 78 turbines, 4 MW tot 10 MW turbines, palen van 2,25 to 7,5 m diameter).

De afstand waarbij verstoring optrad bij bruinvissen door het heien van palen (jacketfundering; C-Power fase II in 2011) werd, op basis van data bekomen bij luchtsurveys in Belgische wateren, geschat op 22 km. Na een dag zonder heien was het gebied waarin geen bruinvissen voorkwamen reeds gereduceerd, maar ongetwijfeld werden terugkerende (of nieuw aangekomen dieren) dieren bij het begin van de volgende hei-operaties opnieuw verstoord (Haelters *et al.*, 2012; figuur 11.3). Hoewel de gemiddelde dichtheid van bruinvissen midden april 2011 (tijdens de constructie van jacketfunderingen voor het C-Power II windpark) nog relatief hoog was, met ongeveer 1,3 dieren per km² (of in totaal ongeveer 4500 bruinvissen), bleek dat dit het gevolg was van hoge dichtheden in het westelijk deel van Belgische wateren, en dat in een ruim gebied rond het windpark een lage tot zeer lage dichtheid voorkwam.



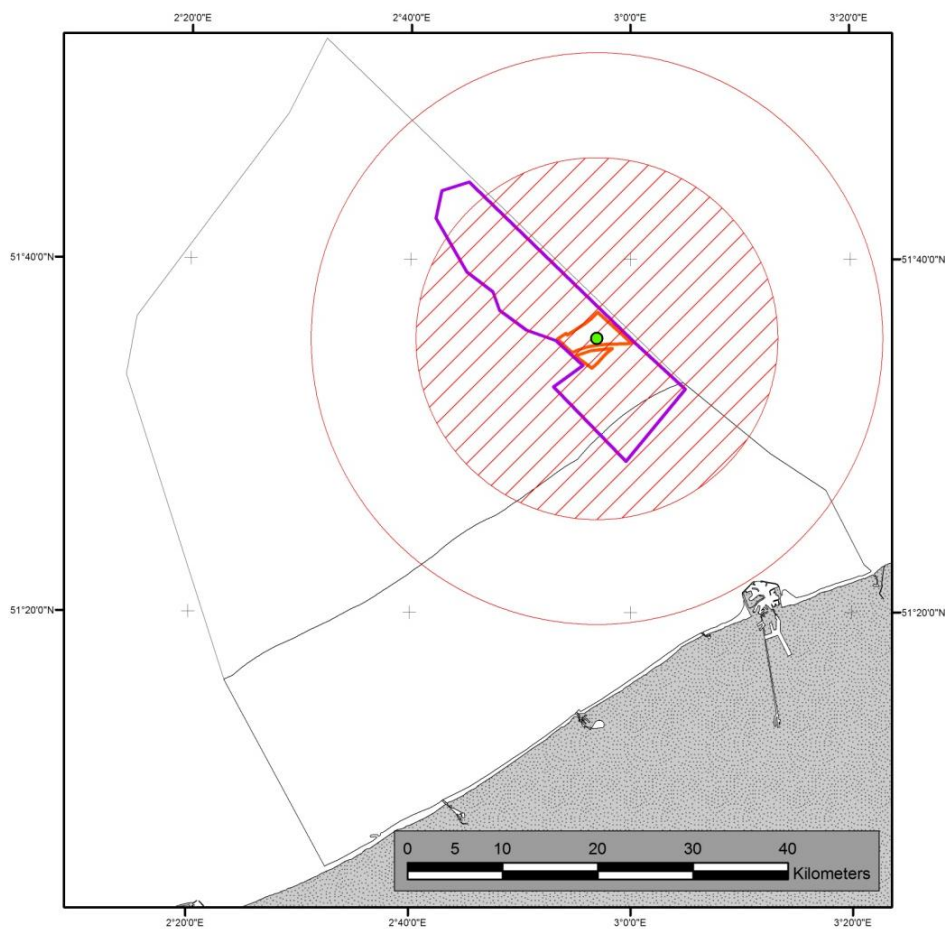
Figuur 11.3 Schatting, op basis van gemodelleerde data bekomen via luchtsurveys midden april 2011, van de dichtheid van bruinvissen tijdens hei-activiteiten voor het C-Power windpark (positie aangeduid met een ster) (16 april; links), en na een dag zonder hei-operaties (14 april; rechts) (Haelters *et al.*, 2012).

De passieve akoestische monitoring uitgevoerd in het C-Power gebied en in referentiegebieden tijdens de hei-operaties van 2011 (figuur 11.4) toonden aan dat geen bruinvisdetecties voorkwamen tijdens het heien, en tot vele uren/dagen daarna. Na een opeenvolging van heien werden vrijwel geen bruinvissen meer gedetecteerd in het projectgebied (Haelters *et al.*, 2012).



Figuur 11.4 Bruinvisdetecties (uitgedrukt in percentage positieve detecties per 10 minuten per dag; vloeidend gemiddelde over 3 dagen) tussen 25 maart en 25 mei 2011 op de MOW1 referentielocatie (grijze lijn), de Thorntonbank impactlocatie (rode lijn) en de Oostdyck W referentielocatie (blauwe lijn) tonen een graduele vermindering van het aantal detecties in de referentielocaties vanaf midden april, te verklaren door migratie van bruinvissen uit Belgische wateren en een abrupte vermindering van het aantal detecties in het impactgebied rond 7 april, samenvallend met de aanvang van het heien (Haelters *et al.*, 2012).

Een modellering van het gebied waarin bruinvissen (en andere zeezoogdieren) vermoedelijk verstoord zullen worden bij heien in het Rentel concessiegebied wordt gegeven in figuur 11.5.



Figuur 11.5 Gebied waarin bruinvissen (en andere zeezoogdieren) mogelijk verstoord zullen worden bij heien in het Rentel concessiegebied indien geen mitigerende maatregelen genomen worden; de straal rond de heilocation (groene bol) bedraagt 19 km (rode cirkel gearceerd) en 30 km (rode cirkel) respectievelijk de verstoringzone voor jacket-funderingen met diameter van 2,25 m en monopiles met diameter van 5 m. Deze verstoringzone zal mogelijk groter zijn bij het heien van monopiles met grotere diameter of bij simultane (cumulatieve) hei-operaties.

De directe effecten door heien op individuele bruinvissen blijven mogelijk beperkt tot verstoring, mits toepassing van bepaalde maatregelen om directe blootstelling aan zeer hoge geluidsniveaus te vermijden (zie verder), hoewel het moeilijk is in te schatten wat verstoring fysiologisch betekent voor een klein endotherm dier dat niet lang zonder voedsel kan. Lange blootstelling aan overmatig onderwatergeluid kan leiden tot stress, met effecten op de gehaltes aan hormonen, en mogelijk negatieve effecten op het immuunsysteem, een verminderd reproductiepotentieel, een snellere veroudering en een tragere groei (overzicht in Tasker *et al.*, 2010; Weise & Belden, 2011). Effecten op populatieniveau door het tijdelijk ongeschikt zijn van een groot gebied voor de bruinvis (circa 2800 en 1100 km² door het heien van respectievelijk monopiles en pinpiles) betreft een leemte in de kennis.

Gezien geen palen geheid worden bij gebruik van gravitaire funderingen of de suction bucket techniek, zal het gebied waarover verstoring optreedt bij dergelijke types fundering veel kleiner zijn dan bij de funderingstypes waarbij geheid wordt.

Mogelijk zullen gelijkaardige effecten optreden bij andere zeezoogdieren, waaronder zeehonden en witsnuitdolfijnen. Deze soorten komen echter in veel lagere dichtheden dan bruinvissen voor in het gebied, en mogelijk zijn ze minder gevoelig voor excessief onderwatergeluid (zie IMDC, 2012 en eerdere MEBs). Zeehonden zouden echter wel in staat zijn om laagfrequent geluid beter te horen dan bruinvissen. Permanente gehoorschade bij zeehonden zou kunnen voorkomen bij blootstelling aan hei-geluid binnen 4 km van een heilocatie (Prins *et al.*, 2008). Er kan echter verwacht worden dat zich geen zeezoogdieren in dit gebied bevinden bij de aanvang van het heien. Verstoring van zeehonden zou kunnen voorkomen tot op minstens 40 km van een heilocatie (MER; Rumes *et al.*, 2011). Bij monitoring van zeehonden in Zeeland (niet gericht op mogelijke effecten door het heien van palen op de Thorntonbank) werden geen opmerkelijke vaststellingen gedaan tussen april en augustus 2011 (Strucker *et al.*, 2012), de periode waarin de funderingen voor het C-Power fase II en III project geheid werden. De zeehondenkolonies bleven aangroeien in 2011, met de hoogste aantallen op de zandplaten in maart en april.

11.2.2 Exploitatiefase

Tijdens de exploitatiefase zal het geluid veroorzaakt door de draaiende turbines, de golfslag tegen en stroming rond de funderingen, waarschijnlijk slechts weinig impact hebben op zeezoogdieren. In bepaalde operationele windparken werd een negatief effect vastgesteld, met jaren na elkaar een lagere dichtheid aan zeezoogdieren, terwijl bij andere parken meer zeezoogdieren voorkwamen in het park dan in de omgeving (MER; Rumes *et al.*, 2011). Mogelijk zal een verhoogd voedselaanbod en een verminderde verstoring door scheepvaart en visserij een positief effect hebben. Bij de windparken C-Power en Belwind worden geregeld bruinvissen en zeehonden waargenomen (mededelingen C-Power en Belwind), maar een bepaling van de dichtheid in het park in vergelijking met buiten het park kon nog niet uitgevoerd worden.

11.2.3 Ontmantelingsfase

Gezien niet gekend is welke technieken zullen beschikbaar zijn voor het ontmantelen van de parken, is het niet mogelijk te voorspellen welke effecten zullen voorkomen. De effecten zullen echter waarschijnlijk beperkter blijven dan tijdens de constructiefase.

11.2.4 Cumulatieve effecten

Mogelijk zullen cumulatieve effecten optreden tijdens de constructiefase, zeker indien palen geheid worden in meerdere windparken binnen een straal van enkele tientallen km. Zeezoogdieren die het ene park ontvluchten omwille van excessieve geluidsniveaus onder water, komen mogelijk binnen het geluidsveld van een tweede park onder constructie terecht. Dit zou betekenen dat de cumulatieve effecten belangrijker zijn dan de som van de effecten van de constructie van elk park afzonderlijk (Murphy *et al.*, 2012). Gezien dergelijke mogelijke effecten is de gelijktijdige constructie van meerdere parken in Nederland niet toegelaten - waarbij echter geen rekening gehouden wordt met de constructie van

windparken in buurlanden. Daarentegen zullen de gebieden waarvoor verstoring optreedt bij de gelijktijdige constructie van twee parken binnen een afstand van enkele tientallen km gedeeltelijk overlappen, waardoor het totaal verstoorde gebied x de tijdsduur van verstoring kleiner zal zijn dan bij een afzonderlijke constructie.

Een modellering van het cumulatieve onderwater geluidsniveau door gelijktijdige constructie (met heien van palen) van het East Anglia ONE en de fase 2 van het Bligh Bank project concludeerde dat geen cumulatieve effecten te verwachten waren voor wat betreft de impact op bruinvissen (Vattenfall, 2012). Men kwam echter tot deze conclusie enkel omdat de gemodelleerde zones van impact geen overlap vertoonden. Men gebruikte verder relatief lage bronniveaus, lager dan gemeten door Norro *et al.*, (2010), een ander propagatiemodel dan gebruikt in Norro *et al.*, (2010). Men hield geen rekening met herhaalde verstoring bij nieuwe hei-operaties, en het feit dat door de gelijktijdige constructie de mogelijkheid voor zeezoogdieren van het opzoeken van alternatieve gebieden voor voedselvoorziening beperkt werd.

Bij de gelijktijdige constructieactiviteit in verschillende offshore windmolenparken zal de monitoring van de effecten op elkaar afgestemd worden voor het bepalen van eventuele cumulatieve effecten.

Gelijkaardige cumulatieve effecten kunnen optreden tijdens de operationele fase bij parken die zich dicht bij elkaar bevinden (bijvoorbeeld in Belgische wateren), hoewel onzekerheid bestaat over mogelijke effecten in elk park afzonderlijk (geen, beperkt positief of beperkt negatief).

11.2.5 Leemtes in de kennis

Hoewel nieuwe informatie beschikbaar is, blijft veel onzekerheid over het voorkomen van de bruinvis in Belgische wateren, zowel ruimtelijk als temporeel (migratie, voorkomen in zomer en herfst). Ook over de populatie van de bruinvis in de Noordzee bestaat onzekerheid. De meest recente informatie (SCANS II, 2008) toonde een shift aan in de verspreiding van het noorden naar het zuiden, met vermoedelijk een stabiele populatie-omvang. Deze informatie dateert echter al van 2005, en hoewel dit buiten het monitoringproject voor offshore windparken valt, verantwoordt het toch een strikte toepassing van het voorzorgsbeginsel voor deze op nationaal en internationaal vlak wettelijk beschermde soort. De aantallen en trends m.b.t. zeehonden zijn tamelijk goed gekend, vooral door monitoring van vaste ligplaatsen en kolonies in de ons omringende landen.

Voor wat betreft de constructiefase is het geluid dat ontstaat bij het heien van palen van meer dan 5 m diameter, en het geluid dat ontstaat bij gebruik van bepaalde types heitoestel, een hiaat in de kennis. Ook de geluidsniveaus en geluidsspectra die ontstaan bij intrillen van palen of boren is niet gekend. Het geluidsniveau (gemeten op verschillende afstanden, en verder dan 15 km van de bron) en de spectra zijn van belang voor het modelleren van mogelijke effecten op zeezoogdieren. Verder heeft onderzoek uitgevoerd door Shapiro *et al.*, (2008) aangetoond (bij de metingen van het geluidsniveau op verschillende afstanden van een seal scarer) dat onvoorspelbare en snelle variaties voorkwamen in het ontvangen geluidsniveau, tegenstrijdig met ons klassiek model van het voorkomen van concentrische zones van steeds lagere geluidsniveaus rond een geluidsbron.

Het effect van herhaaldelijke verstoring, of van de verstoring veroorzaakt door de gelijktijdige constructie van meerdere windparken (die kan verwacht worden gezien het grote aantal geplande windparken in de zuidelijke Noordzee) is een hiaat in de kennis. Dergelijk cumulatief effect kan verwacht worden, gezien de afstand waarop verstoring kan optreden (tientallen km) vaak van dezelfde grootte-orde is als de afstand tussen geplande parken. Het is bijvoorbeeld niet gekend of na herhaaldelijke verstoring nieuwe dieren het verlaten gebied herpopuleren, of dat het deze zijn die verstoord werden die terugkeren.

Het fysiologisch effect op individuele bruinvissen, en het effect van verstoring (vb. stress) zijn niet gekend, en het is zeer moeilijk dergelijke effecten vast te stellen – tot op heden werd bij onderzoek enkel een (herhaaldelijke) verplaatsing van dieren vastgesteld.

De effectiviteit van het gebruik van pingers en akoestische afschrikmiddelen, en een soft-start procedure zijn onvoldoende gekend.

Tijdens de exploitatiefase bestaat voorlopig onduidelijkheid over een vermijding dan wel een aantrekking van zeezoogdieren bij windparken in Belgische wateren, en bij verschillende types fundering.

11.3 Besluit

De belangrijkste negatieve effecten op zeezoogdieren zullen ontstaan tijdens de constructiefase. Vooral bij het heien van palen, zowel bij monopiles (hogere geluidsniveaus) als bij jacket funderingen (lagere niveaus, maar langere duur van de hei-operaties), zullen negatieve effecten voorkomen onder de vorm van verstoring van zeezoogdieren over een groot gebied (+ 1000 km²). Mogelijk zal tijdelijke gehoorschade en zelfs permanente gehoorschade optreden bij een aantal dieren relatief dicht bij de heilocatie. Indirecte effecten, zoals door het verlagen van de densiteit aan prooi-soorten of de verplaatsing naar minder geschikte gebieden, zijn moeilijk te kwantificeren, net zoals gevolgen voor individuele zeezoogdieren of voor de populaties. De belangrijkste effecten zullen voorkomen bij de bruinvis, gezien dit met voorsprong het meest algemene zeezoogdier is in Belgische wateren. Voor zeehonden zullen de effecten beperkter zijn, gezien een lagere densiteit en een relatief grote afstand tussen de meest nabije kolonies (in Nederland) en de projectsite. Voor het heien zal het zeer moeilijk zijn om te kwantificeren wat de invloed zal zijn van het type fundering (monopile met hoge geluidsniveaus en vermoedelijk relatief korte heiperiode versus jacket met lagere geluidsniveaus, maar een langere heiperiode), noch van het aantal funderingen (kleinere piles versus grotere voor respectievelijk jacket en monopile funderingen).

Dergelijke effecten zullen niet, of over een veel kleiner gebied voorkomen bij het gebruik van gravitaire funderingen of suction buckets. De verhoging van de intensiteit van de scheepvaart, het baggeren, het plaatsen van de kabel, etc., zullen een effect hebben op een kleinere schaal (beperkt tot de aanvoerroutes, kabeltracé en het park en directe omgeving).

Tijdens de exploitatiefase zullen mogelijk positieve effecten optreden, met aantrekking van zeezoogdieren door minder verstoring en een verbeterde voedselsituatie, maar dit werd nog niet aangetoond voor Belgische windparken.

11.3.1 Aanvaardbaarheid

Het project is voor wat betreft de risico's op effecten op zeezoogdieren aanvaardbaar, mits het strikt naleven van de onderstaande voorwaarden (zie verder). Er kan verwacht worden dat de effecten, en in het bijzonder deze tijdens de constructiefase, tijdelijk zullen zijn. Hetzelfde kan besloten worden voor het mogelijk optreden van cumulatieve effecten, en effecten in wateren onder de jurisdictie van buurlanden. Er wordt verwacht dat de effecten tijdens de exploitatiefase zeer plaatselijk en niet significant zullen zijn.

11.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen

11.3.2.1 Voorwaarden

Het is een uitdaging een balans te vinden tussen de nodige maatregelen die verstoring van zeezoogdieren voorkomen (in uitvoering van het voorzorgbeginsel) en de voorwaarden die de industriële activiteiten niet onnodig belemmeren. België heeft internationale verplichtingen (o.a. Europese Habitatrichtlijn en Kaderrichtlijn Mariene Strategie (MSFD), OSPAR, ASCOBANS) om zeezoogdieren te beschermen, en om mogelijke negatieve effecten door menselijke activiteiten te vermijden of te beperken. De MSFD (2008/56/EG), in werking getreden op 15 juli 2008, is een van de belangrijkste wettelijke instrumenten van de Europese Unie voor de bescherming van het mariene milieu. Er wordt onder meer bepaald dat 'de toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid, op een niveau is dat het mariene milieu geen schade berokkent', en dat 'impulsgeluiden en regionale geluidsbronnen met lage frequentie geen negatieve impact hebben op mariene organismen'.

De voorwaarden hieronder geformuleerd vinden hun oorsprong in het MER, deze MEB, internationale verplichtingen en aanbevelingen geformuleerd in internationale fora zoals de Europese Unie, ASCOBANS, OSPAR en IWC.

- 1) Indien bij geofysisch onderzoek voor of tijdens de constructie seismische technieken gebruikt worden, dienen deze te voldoen aan de voorschriften van het koninklijk Besluit van 21 december 2001 betreffende de soortenbescherming in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België¹², en in het bijzonder aan de voorschriften bepaald in artikel 19 van dit koninklijk Besluit.
- 2) Voor het minstens tijdelijk vermijden van verstoring van zeezoogdieren in Belgische en aanpalende wateren, mag het heien van palen voor windturbines, meetmasten en transformatorplatformen (zowel voor jacket- als voor monopile funderingen) niet plaatsvinden tussen 1 januari en 30 april ('sperperiode'). Om negatieve effecten te beperken worden maatregelen genomen in tijd en/of ruimte als meest effectief beschouwd (IWC, 2012), maar in Belgische context zijn enkel maatregelen in tijd mogelijk. Hoewel vermoed wordt dat bruinvissen ook in de zomermaanden een piek vertonen in aantal in de zuidelijke Noordzee (vooral gebaseerd op strandinggegevens), komen de hoogste dichtheden voor in het voorjaar.
- 3) Andere werkzaamheden, waaronder het leggen van de kabel, het baggeren, of het plaatsen van een gravitaire of suction bucket fundering, kunnen wel plaatsvinden tijdens de eerste vier maanden van het jaar. Indien men kiest voor het intrillen of boren van de piles kan afgeweken worden van de sperperiode indien het Bestuur oordeelt dat afdoende aangetoond werd dat de geluidsemissies in die mate lager zijn bij het gebruik van deze technieken dat geen significante effecten op zeezoogdieren meer te verwachten zijn.

¹² Belgisch Staatsblad van 14 februari 2002

- 4) Voor het zoveel mogelijk vermijden van fysiologische schade bij zeezoogdieren in Belgische en aanpalende wateren, dienen bij heioperaties de volgende preventieve maatregelen te worden genomen:
- Er moet minstens één akoestisch toestel voor het afschrikken/alarmeren van zeezoogdieren ingezet worden vanaf een half uur voor de aanvang van het heien tot de start van het heien. Indien gekozen wordt voor een akoestisch afschrikmiddel (AHD), met een brongeluidsniveau van 170 tot 195 dB_{p-p} re 1μPa dient één dergelijk toestel te worden ingezet op of in de onmiddellijke omgeving van de heilocatie (op ten hoogste 200 m afstand). De keuze van de akoestische toestellen wordt ter goedkeuring aan het Bestuur voorgelegd.
 - De heioperaties dienen aan te vangen met een ‘ramp-up’ (of ‘soft-start’) procedure, waarbij de energie gebruikt om de paal in de bodem te heien langzaam toeneemt, en het maximale vermogen van het heistoestel slechts bereikt wordt ten vroegste 10 minuten na de eerste heislag. De periode van 10 minuten moet potentieel toelaten dat zeezoogdieren de zone kunnen verlaten waarbinnen acute fysieke schade kan optreden door het heien (indien ze niet voldoende ver verdreven werden door de akoestische afschrikmiddelen), en vormt een compromis tussen een te korte ramp-up procedure (met nog zeezoogdieren in de buurt) en een langere (waarbij onnodig veel onderwatergeluid in het milieu gebracht wordt). Deze periode, en de maximale energie gebruikt bij de aanvang van het heien, kan aangepast worden aan de hand van nieuwe bevindingen. Een beschrijving van de soft-start procedure, met gebruikte energie en periodes, dient aan het Bestuur te worden voorgelegd voor goedkeuring.
 - Het heien mag niet aanvangen, en dient te worden onderbroken, indien zeezoogdieren waargenomen worden op minder dan 500m van de heilocatie. Hiertoe dient speciaal uitkijk te worden gehouden vanaf een half uur voor de heiwerkzaamheden. Bij het waarnemen van zeezoogdieren vanaf de bouwwerf of in de buurt van de bouwwerf vanaf andere vaartuigen, dienen de heiwerkzaamheden tijdelijk te worden gestaakt tot de dieren het gebied verlaten hebben.
 - Tijdens de constructiefase dient waargenomen sterfte van organismen te worden gemeld aan het Bestuur.
 - Indien geheid wordt, dient het Bestuur dagelijks op de hoogte te worden gebracht van de locatie, het tijdstip van de start van het heien, en het tijdstip van het stoppen van het heien. De heikalender, waarop de locatie, het tijdstip en het toegepaste vermogen bij het heien vermeld worden, dienen aan het eind van de heiactiviteiten overgemaakt te worden aan het Bestuur.

11.3.2.2 Aanbevelingen

Gezien de beschikbare informatie over de mogelijke negatieve effecten door het heien van palen, en gezien de standpunten opgenomen door België in het kader van de uitvoering van de Kaderrichtlijn Mariene Strategie, worden volgende aanbevelingen gemaakt:

- 1) Er wordt aanbevolen om maatregelen toe te passen die geluidsemissie beperken aan de bron door de keuze van fundering en dus, indien dit geen andere negatieve milieu-effecten heeft, om gravitaire of suction bucket funderingen te gebruiken.
- 2) Er wordt aanbevolen om, indien monopiles of jacketfunderingen gebruikt worden, technieken toe

te passen die geluidsemissie beperken aan de bron, zoals intrillen of boren.

- 3) Indien men funderingen gebruikt die geheid moeten worden, wordt aanbevolen om tijdens de planningsfase van het project methodes te onderzoeken, te testen en indien opportuun toe te passen, die de geluidspropagatie reduceren. Dergelijke technieken zijn onder meer het gebruik van een bellengordijn, het gebruik van een geluidsabsorberende mantel en/of het gebruik van een alternatieve heihamer of aanhouden van een langer contact tussen hamer en paal.
- 4) Er wordt aanbevolen om de periode waarin de palen geheid worden zo kort mogelijk te houden.

11.4 Monitoring

Hieronder wordt de monitoring van zeezoogdieren *sensu strictu* behandeld. De monitoring van fysische aspecten van geluid, en habitatveranderingen met eventueel gevolgen voor prooien voor zeezoogdieren, worden in andere hoofdstukken behandeld. Er moet echter gestreefd worden naar het combineren van de resultaten van de verschillende monitoring-disciplines voor het bepalen van oorzakelijke verbanden.

Gezien zeezoogdieren zeer mobiel zijn, gezien mogelijk cumulatieve effecten kunnen optreden bij gelijktijdige constructie van meerdere windparken of bij de exploitatie van naburige parken, is het noodzakelijk dat de monitoring van de effecten op zeezoogdieren voor de constructie en exploitatie van het windpark Rentel gecoördineerd wordt met de monitoring van de andere parken.

De monitoring van zeezoogdieren kan zowel een *BACI ontwerp* volgen, waarbij onderzoek uitgevoerd wordt vóór en na de activiteiten met een te verwachten impact, en binnen het projectgebied en in een referentiegebied, als een *gradiënt ontwerp*, waarbij effecten nagegaan worden op verschillende afstanden van de impactsite. Gezien mogelijke problemen bij het vaststellen van geschikte referentiesites kan een gradiënt ontwerp bij bepaalde onderdelen van de monitoring de voorkeur genieten (zie ook Thompson *et al.*, 2010).

Voor de monitoring worden de volgende gestandaardiseerde technieken gebruikt:

- Zeezoogdiersurveys vanuit de lucht voor het bepalen van de dichtheid en ruimtelijke verspreiding van zeezoogdieren (distance sampling; zie Haelters, 2009).
- Passieve akoestische monitoring (PAM): PAM toestellen detecteren de aan- en afwezigheid van kleine walvisachtigen en hebben een autonomie van minstens 3 maanden. Het vergelijken van de detecties bij PAM toestellen verankerd in of nabij het projectgebied, en PAM toestellen in referentiegebieden, of de vergelijking van PAM toestellen verankerd in een gradiënt tegenover een impactsite, kan informatie opleveren over het optreden van effecten of het niet optreden ervan, en over de reikwijdte van effecten. Voor het verzekeren van de continuïteit van het onderzoek van de effecten van windparken worden PAM toestellen van het type C-PoD (www.chelonia.co.uk; Haelters *et al.*, 2010; 2011a), of een meer geavanceerde opvolger van dit toestel gebruikt.

11.4.1 Algemene monitoring

Jaarlijks worden in totaal minstens vier volledige luchtsurveys uitgevoerd over de Belgische wateren, inclusief het projectgebied, voor het inschatten van de verspreiding en densiteit van zeezoogdieren in Belgische wateren, waaronder het projectgebied. Deze surveys zijn niet specifiek voor het project Rentel – ze kaderen in de monitoring van dit en de andere windparkprojecten. Ze worden – indien mogelijk – gecoördineerd met surveys uitgevoerd in Nederlandse en/of Franse wateren (die onafhankelijk van dit monitoringplan plaatsvinden). Deze monitoring wordt uitgevoerd voor de aanvang van de werken, tijdens de constructiefase en tijdens de exploitatiefase.

11.4.2 Monitoring vóór de aanvang van de werken

- 1) In het jaar vóór de aanvang van de werken wordt in het projectgebied, of in de onmiddellijke omgeving van het projectgebied, een C-PoD verankerd; er wordt eveneens een C-PoD verankerd in een geschikte referentielocatie op voldoende afstand van het park. Beide CPoDs worden voor minstens een half jaar ingezet. De locaties worden zo gekozen dat ze bruikbaar blijven tijdens de constructie- en exploitatiefase van het project. De referentie-PoD kan gedeeld worden tussen verschillende projecten.
- 2) In het monitoringverslag m.b.t. zeevogels worden gegevens over waarnemingen van zeezoogdieren gevoegd; opmerkelijke waarnemingen tijdens de monitoring van zeevogels of tijdens activiteiten uitgevoerd door de aanvrager worden ad hoc aan de BMM meegedeeld.

11.4.3 Monitoring tijdens de constructiefase

- 1) Waarnemingen van zeezoogdieren dienen door de aanvrager te worden gemeld aan de BMM, met gegevens (indien gekend) over soort, aantal, positie, uur en gedrag.
- 2) In het monitoringverslag m.b.t. zeevogels worden gegevens over waarnemingen van zeezoogdieren gevoegd, met aandacht voor het gedrag van de dieren; opmerkelijke waarnemingen van zeezoogdieren tijdens de monitoring van zeevogels worden ad hoc aan de BMM meegedeeld.
- 3) In een gradiënt vanaf het concessiegebied (of de onmiddellijke omgeving) tot op een afstand van minstens 10 tot hoogstens 50 km (locaties later te bepalen aan de hand van mogelijke verankeringslocaties en -systemen), worden 3 tot 5 PoDs verankerd, voor een periode van minstens enkele weken voor de aanvang van de constructiefase tot minstens 3 maanden tijdens de constructiefase. Indien de constructiefase meerdere jaren omvat, dient deze monitoring jaarlijks te worden herhaald.
- 4) Indien wordt geheid, wordt kort (dagen tot een week) voor en na het heien een luchtsurvey uitgevoerd die de Belgische mariene wateren dekt; indien echter tijdens de survey kort vóór de aanvang van het heien een geringe dichtheid zeezoogdieren vastgesteld wordt (gemiddeld $<0,25$

dieren/km²), dan kan de tweede survey uitgesteld worden tot een latere datum tijdens de constructiefase. De eerste survey kan als volledige luchtsurvey beschouwd worden cfr. 11.4.1.

- 5) Indien wordt geheid, worden tijdens de heioperaties gestrande, of dood op zee aangetroffen, zeer verse zeezoogdieren onderworpen aan een onderzoek voor het bepalen van eventuele gehoorschade (zie Morell *et al.*, 2009).

11.4.4 Monitoring tijdens de exploitatiefase

- 1) In het monitoringverslag m.b.t. zeevogels worden gegevens over waarnemingen van zeezoogdieren gevoegd; opmerkelijke waarnemingen tijdens de monitoring van zeevogels of tijdens activiteiten uitgevoerd door de aanvrager worden ad hoc aan de BMM meegedeeld.
- 2) Eén tot vier jaar na het volledig beëindigen van de constructiefase en buiten de constructiefase van andere parken, wordt eenmalig een onderzoek uitgevoerd naar het gebruik van het park door bruinvissen. Daartoe worden in het concessiegebied en in een referentiegebied op een geschikte (korte) afstand tot het concessiegebied, telkens drie CPoDs verankerd in de late winter tot vroege lente (tussen januari en mei), en dit voor 3 tot 6 maanden. Dergelijk onderzoek heeft tot doel mogelijke veranderingen in het gebruik van het projectgebied door bruinvissen aan te tonen.

Tabel 11.1 Overzicht van de monitoring van de zeezoogdieren

T ₀	Constructiefase	Exploitatiefase				
		Jaar 1	Jaar 2	Jaar 3	Jaar 4	Jaar 5
4 Luchtsurveys	4 Luchtsurveys	4 Luchtsurveys	4 Luchtsurveys	4 Luchtsurveys	4 Luchtsurveys	4 Luchtsurveys
	2 Luchtsurveys (bij heien)					
1 PoD in of nabij het park (6 maanden)	3-5 PoDs (4 maanden)	6 PoDs (6 maanden; eenmalig gedurende de exploitatiefase)				
1 ref. PoD (6 maanden)						

12. Avifauna

- Gezien het internationaal belang van het Belgisch deel van de Noordzee voor zeevogels moet er een grondige analyse gebeuren van de effecten op de avifauna van de constructie en exploitatie van het Rentel windmolenpark.
- Tijdens de constructie zijn de belangrijkste verwachte impacts verstoring door de verhoogde scheepsactiviteit, baggeractiviteiten en mogelijks heien.
- Indien er gravitaire funderingen worden geplaatst dan zal er, bij een worst case van 78 GBFs, tot ca. 14.000.000 m³ sediment worden gewonnen en teruggestort met een verhoogde turbiditeit tot gevolg wat de foerageerefficiëntie van bepaalde kwetsbare soorten tijdelijk negatief kan beïnvloeden.
- Tijdens de exploitatie zijn er verschillende effecten mogelijk van het windmolenpark op vogels:
 - ze kunnen in aanvaring komen met een turbine of een andere structuur;
 - ze kunnen het windmolenpark als een barrière zien tijdens de migratie;
 - hun habitat wordt gewijzigd wat kan leiden tot vermijdings- of aantrekkingsgedrag.
- Op basis van de huidige beschikbare kennis worden de effecten van het Rentel windmolenpark op de avifauna als aanvaardbaar beschouwd, dit voor alle mogelijke configuraties en technieken besproken in de MER.
- Gezien de onzekerheid van de effecten van de exploitatie van de verschillende windmolenparken op de avifauna zal een lange-termijn monitoring nodig zijn om de effecten op de avifauna vast te stellen en eventuele mitigerende maatregelen te formuleren.

12.1 Inleiding

Het Belgisch deel van de Noordzee (BDNZ) is van internationaal belang voor een groot aantal zeevogels. Het doet dienst als overwinteringsgebied, trekgebied of als foerageergebied tijdens het broedseizoen. Tijdens de wintermaanden komt het grootste aantal zeevogels voor (gemiddeld ~42.000). In de zomermaanden is het aantal gemiddeld ~17.000 (Vanermen & Stienen, 2009). Het BDNZ maakt deel uit van een migratie flessenhals (i.e. de versmalling van de zuidelijke Noordzee) waardoor (naar schatting) jaarlijks tussen de 1 en de 1,3 miljoen zeevogels migreren (Stienen *et al.*, 2007).

Er is een duidelijk seizoenaal verschil in het voorkomen van soorten. In de winter zijn futen, duikers, zeekoet *Uria aalge* en zwarte zee-eend *Melanitta nigra* typerend, in de zomer zijn sterns, jagers en mantelmeeuwen dominante soorten (Seys *et al.*, 1999; Stienen en Kuijken, 2003). In de haven van Zeebrugge broeden internationaal belangrijke aantallen sterns en meeuwen.

De zandbanken in de Belgische Zeegebieden blijken van groot belang voor rustende zeevogels. Seys *et al.*, (1999) stelde vast dat de hoogste densiteiten van zeevogels gevonden worden op de hellingen van deze zandbanken. Tijdens de migratieperiodes in de lente en de herfst wordt de grootste diversiteit waargenomen.

Naast typische zeevogels komen ook niet-zeevogels, zoals zangvogels, voor boven het BDNZ. Tijdens tellingen op zee werd door het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) opmerkelijke trekintensiteit van zangvogels vastgesteld (Vanermen *et al.*, 2006).

Op basis van verschillende wetenschappelijke rapporten en rekening houdend met de Europese Vogelrichtlijn (79/409/EEG), werden in 2005 drie speciale beschermingszones voor vogels (SBZ-V) in het BDNZ ingesteld: SBZ-V1- Nieuwpoort (grote stern *Sterna sandvicensis* en fuut *Podiceps cristatus*), SBZ-V2- Oostende (grote stern, fuut, visdief *Sterna hirundo*, dwergmeeuw *Larus minutus*) en SBZ-V3- Zeebrugge (grote stern, visdief, dwergmeeuw).

De Thorntonbank en de omliggende gebieden (inclusief Rentel concessie) zijn van belang voor verschillende soorten zeevogels. Tijdens bepaalde periodes komen dwergmeeuw (herfst en winter), grote stern (lente migratie en zomer) en visdief (zomer) er geconcentreerd voor (Vanermen en Stienen, 2009). Deze soorten zijn alle drie opgenomen in de Bijlage I van de vogelrichtlijn en de Appendix II van de Bern conventie. Zowel visdief als grote stern zijn ook vermeld in Appendix II van de Bonn conventie. Van deze soorten is ook bekend dat een erg groot deel van de Europese biogeografische populatie doorheen de Zuidelijke Noordzee migreert (67% voor grote stern, 56 % voor visdief en 40 tot 100% voor dwergmeeuw; Wetlands international, 1997). Andere soorten die ook in hoge aantallen kunnen voorkomen zijn jan-van-gent *Morus bassanus*, stormmeeuw *Larus canus*, kleine mantelmeeuw *Larus fuscus*, grote mantelmeeuw *Larus marinus*, drieteenmeeuw *Rissa tridactyla*, alk *Alca torda* en zeekoet.

De effecten van de constructie en exploitatie van een windmolenpark op vogels zijn afhankelijk van tal van factoren, waaronder de lokale omgeving, de soorten die aanwezig zijn in dat gebied en de gebruikte technologie. Daardoor kan de impact per locatie verschillen en dienen de effecten per windmolenpark te worden beoordeeld (Drewitt en Langston, 2006).

Het doel van deze evaluatie is de aanvaardbaarheid van de effecten van het Rentel project en de cumulatieve effecten van alle windmolenparken in het BDNZ op vogels te beoordelen en eventuele mitigerende maatregelen voor te stellen. Vervolgens wordt een gepaste monitoring opgezet die toelaat om eventuele leemtes in de kennis in te vullen.

12.2 Te verwachten effecten

12.2.1 Constructiefase

Tijdens de constructie zijn de voornaamste impacts verstoring door de productie van geluid en trillingen ten gevolge van het heien van palen, het kabelleggen en de toegenomen scheepstrafiek en een verhoogde turbiditeit in de waterkolom door baggerwerkzaamheden.

De effecten tijdens de constructiefase van windmolenparken in Denemarken bleken soortspecifiek te zijn. Alkachtigen vermeden de zone, terwijl zilverbmeeuw *Larus argentatus* aangetrokken werd door de

scheepvaartactiviteit en de mogelijkheid om te rusten op de constructies in aanbouw (Christensen *et al.*, 2003; Petersen *et al.*, 2006). Voor de verstoringgevoelige soorten gaat de constructiefase gepaard met tijdelijk habitatverlies. Dit betekent dus een verstoring in het volledige projectgebied (i.e. 20,2 – 26,9 km²) voor één of twee jaar (afhankelijk van de fasering van het project).

Het onderwatergeluid veroorzaakt door heiwerkzaamheden zorgt voor een erg hoge geluidsdruk in de waterkolom. Zo werd bij het heien van funderingen voor het Belwind windmolenpark een onderwatergeluid van 194 dB re 1 µPa, genormaliseerd tot 750 m van de bron, geproduceerd (Norro *et al.*, 2012). Tijdens het heien van de pinpiles voor de jacket-funderingen van de fase II en III van het C-Power windpark was dit 172 tot 189 dB re 1 µPa, genormaliseerd tot 750 m van de bron. Bij het heien van de turbinepalen bij de aanleg van een windpark op acht zeemijl ten noordwesten van IJmuiden (Nederland) werden er (bij een beperkt aantal waarnemingen) echter geen negatieve effecten vastgesteld op duikende vogels, die het meest kwetsbaar zijn voor onderwatergeluid (Leopold & Camphuysen, 2007).

Heien heeft ook een negatief effect op vislarven. Er werd aangenomen dat binnen een straal van 1 km van de heillocatie alle vislarven gedood worden (Prins *et al.*, 2009). Dit is echter een worst case scenario en initiële resultaten tonen aan dat dit waarschijnlijk overschatting betreft. Zo werden er geen significante effecten gevonden op de larvale stadia van tong *Solea solea* in een laboratoriumopstelling waar heigeluid werd nagebootst (Bolle *et al.*, 2011). Deze resultaten kunnen echter niet geëxtrapoleerd worden naar andere soorten maar tonen wel aan dat de modelresultaten van Prins *et al.*, (2009) een overschatting betreffen. Indien heien significant negatief is voor vislarven dan kan dit tot een verminderd voedselaanbod leiden voor visetende vogelsoorten en als dusdanig de kwaliteit van het foerageergebied verminderen.

De volumes zand die gebaggerd en teruggestort worden zijn afhankelijk van de gekozen configuratie en funderingstype. Indien er voor monopile (MP) funderingen of jacket funderingen wordt gekozen wordt er per fundering respectievelijk 19.000 m³ en 16.000 m³ sediment uitgegraven om de funderingslocatie te nivelleren (voor MPs is dit enkel nodig voor de helft van de turbines) (IMDC, 2012). Dit zand wordt permanent gestockeerd. Indien er echter gravitaire funderingen worden gebruikt, wordt er 90.000 m³ sediment per fundering gebaggerd om een funderingsput te maken. Na het plaatsen van de fundering wordt dit sediment mogelijks gebruikt om de funderingsput terug op te vullen (backfill) of als ballast in de fundering (infill) (IMDC, 2012). Bij een worst case scenario (configuratie 1 met gravitaire funderingen en funderingsputten van 7,5 m diep voor alle turbines), rekening houdend met stortverliezen, zal er meer dan 14.000.000 m³ sediment gebaggerd en teruggestort worden (voor details zie hoofdstuk 6 van deze MEB). Deze werken zullen zorgen voor een tijdelijke turbiditeitsverhoging. Het is duidelijk dat dit effect het grootst zal zijn bij gravitaire funderingen.

In de Rentel concessie is vooral middelmatig tot grof zand (en in mindere mate kleihoudend zand en klei) te vinden, hierdoor zal de verhoging van de turbiditeit waarschijnlijk beperkt blijven in tijd en ruimte. De resultaten van de modelstudie die werd uitgevoerd in het kader van dit project (IMDC, 2012b) bevestigen dit. Deze studie besluit dat, in een worst case scenario, de achtergrondwaarde niet langer dan 3,5h (10% van de tijd) overschreden wordt tijdens de volledige baggerwerken van één funderingsput. Tijdens die periode van 3,5h heeft de dumppluim een afstand van ongeveer 5 km afgelegd. De pluim zelf wordt nooit groter dan 800 m in doorsnede. Indien er desondanks toch sprake zou zijn van een langdurige

turbiditeitsverhoging dan vormt dit een verstoring voor op het zicht jagende vogels zoals grote stern, visdief en kleine mantelmeeuw.

12.2.2 Exploitatiefase

De effecten van windmolenparken tijdens de exploitatiefase op vogels zijn op te delen in twee componenten: een directe en een indirecte. Enerzijds is er de directe mortaliteit door aanvaring van vogels met turbines met een verhoogde mortaliteit binnen de populatie tot gevolg (i.e. aanvaringsaspect), anderzijds zijn er indirecte effecten als gevolg van fysische wijzigingen van het habitat. De aanwezigheid, beweging of het geluid van de turbines zorgen voor een verandering van het oorspronkelijke habitat en kunnen leiden tot veranderingen in de verspreiding en de densiteiten van vogels (i.e. ‘displacement’ effect). Vogels kunnen aangetrokken worden door nieuw beschikbare rustplaatsen of een verhoogde voedselbeschikbaarheid, of ze kunnen verstoord worden en hierdoor het gebied gaan vermijden. Een tweede indirect effect is het barrière effect, i.e. de verstoring van vliegende vogels door de aanwezigheid van het windmolenpark (Desholm *et al.*, 2005; Fox *et al.*, 2006; Drewitt en Langston, 2006; ...).

12.2.2.1 Aanvaringsaspect

Het aanvaringsrisico is afhankelijk van een groot aantal factoren zoals de aanwezige soorten, aantal vogels en hun gedrag, weersomstandigheden, de rotorhoogte en -snelheid van de turbines, de configuratie van het windmolenpark en de aanwezige verlichting (Drewitt en Langston, 2006). Veranderende weersomstandigheden kunnen het aanvaringsrisico beïnvloeden. Zo is bekend dat meer aanvaringen gebeuren bij slechte zichtbaarheid door mist en regen en ’s nachts (Karlsson, 1983; Erickson *et al.*, 2001; Stienen *et al.*, 2002). Migrerende vogels gaan ook lager vliegen bij lage bewolking of bij sterke tegenwind en worden zo gevoeliger voor aanvaringen (Winkelman, 1992; Richardson, 2000).

Het is bekend dat zowel ’s nachts als overdag veel trekbewegingen op zee plaatsvinden en dat er soms sprake is van massale trek van bijvoorbeeld zangvogels, die zich tot ver op zee uitstrekt (Buurma, 1987; Alerstam, 1990; Vanermen *et al.*, 2006). Het zijn vooral niet-zeevogels die tijdens de trek aangetrokken worden door obstakels op zee en er vooral tijdens slechte weersomstandigheden proberen neer te strijken (zogenaamde ‘falls’) (Hüppop *et al.*, 2006). Tijdens dergelijke ‘falls’ is het dus mogelijk dat er een groot aantal aanvaringsslachtoffers vallen, al is dat nu niet in te schatten.

Op dit moment zijn er weinig betrouwbare gegevens beschikbaar over het aantal aanvaringsslachtoffers in offshore windmolenparken. Dit aantal wordt voorlopig geschat op basis van modellen die rekening houden met het aantal turbines, rotorhoogte, configuratie van het park, de vlieghoogte, het aantal vliegbewegingen per soort (flux) en het ontwijkgedrag per soort (e.g. Band-model, 2007). Vanermen en Stienen (2009) berekenden het aanvaringsrisico voor zeevogels in het windmolenpark op de Thorntonbank. Deze resultaten tonen aan dat het aanvaringsrisico voor alkachtigen 0% is gezien ze nooit op rotorhoogte vliegen. Het grootste aantal slachtoffers wordt verwacht onder de grote meeuwen (grote mantelmeeuw *Larus marinus*, kleine mantelmeeuw *Larus fuscus* en zilvermeeuw), jan-van-gent *Morus bassanus* en grote jager *Stercorarius skua*. Kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en zilvermeeuw werden het vaakst op rotorhoogte waargenomen (respectievelijk in 17,1; 16,7 en 14,5 % van de

waarnemingen). Ook andere grote soorten (grote jager en Jan-van-gent) vlogen niet zelden op rotorhoogte. In combinatie met hun groot formaat en lage wendbaarheid zorgt dit ervoor dat deze soorten het gevoeligst zullen zijn voor aanvaring (Vanermen *et al.*, 2006 en 2009). Bij grote meeuwen is de kans 1/500 dat ze in aanvaring komen met de rotor, bij stormmeeuw *Larus canus*, jan-van-gent en grote jager respectievelijk 1/1100, 1/1500 en 1/1400 (Vanermen en Stienen, 2009). De Bijlage I soorten grote stern, visdief en dwergmeeuw vlogen slechts zelden op rotorhoogte (respectievelijk 0,4; 1,1 en 1,3% van de waarnemingen). Volgens Vanermen *et al.*, (2009) is de aanvaringskans voor grote stern en visdief, met de zes turbines op de Thorntonbank, zeer laag (1/100.000). Voor dwergmeeuw bedraagt die kans 1/7000.

Deze preliminaire resultaten gaan uit van een ‘worst case’ scenario in een windmolenpark met slechts zes windmolens en zijn gebaseerd op visuele fluxtellingen en schattingen van de vlieghoogte. Ze moeten dus met de nodige voorzichtigheid behandeld worden. Onderzoek met een automatisch radarsysteem is nodig om een meer accuraat beeld te verkrijgen van de flux, vlieghoogte en het ontwijkgedrag van vogels. Dit zorgt voor een betere input in de aanvaringsmodellen en dus voor meer betrouwbare resultaten.

Krijgsveld *et al.*, (2011) hebben het aantal aanvaringsslachtoffers van het windmolennpark voor de kust van Egmond aan Zee (OWEZ) ingeschat per soort(groep) op basis van de flux van vogels die door het park op rotorhoogte vlogen en het ontwijkgedrag. De flux van vogels door het park werd gemeten met een radarsysteem en bedraagt jaarlijks 1.866.000 vogels. Op basis daarvan wordt geschat dat het park jaarlijks 581 aanvaringsslachtoffers maakt. Dit zullen voornamelijk meeuwen en migrerende zangvogels zijn. Krijgsveld *et al.*, (2011) stelden vast dat 97,6 % van de vogels die in het offshore windmolenpark bij Egmond aan Zee (OWEZ) vlogen, de onmiddellijk nabijheid van een turbine vermeden. Krijgsveld *et al.*, verwachten echter dat het ontwijkgedrag eigenlijk nog hoger is dan wat hier werd aangenomen en dat vervolgens het aantal slachtoffers in realiteit nog lager zal liggen.

Het in aanvaring komen met turbines is het belangrijkste effect van windmolenparken op vogels omdat het de natuurlijke mortaliteit van de populatie verhoogt (Johnson *et al.*, 2002). Zeevogels zijn langlevende soorten met weinig nakomelingen en hoge broedzorg. Bij dergelijke soorten kan een licht verhoogde mortaliteit toch significante effecten hebben op populatieniveau (Drewitt en Langston, 2006). In een modelstudie van Poot *et al.*, (2011) wordt besloten dat de bijkomende mortaliteit door een enkel windmolenpark bij geen enkele soort zorgt voor een neerwaartse trend in populatiegrootte.

Gezien de schattingen van Vanermen *et al.*, (2009), Krijgsveld *et al.*, (2011) en Poot *et al.*, (2011) wordt er niet verwacht dat het Rentel park voor erg hoge aantallen aanvaringsslachtoffers zal zorgen. Toch verdient het onderwerp veel aandacht in het toekomstige monitoringsprogramma, omdat de gevolgen van het aanvaringsaspect op populatieniveau nog grotendeels onbekend zijn en omdat er verschillende bijlage I soorten geconcentreerd aanwezig zijn in het projectgebied.

Recente resultaten van Vanermen *et al.*, (2011) suggereren dat het windmolenpark op de Thorntonbank een aantrekkende werking heeft op grote mantelmeeuw, drieteenmeeuw, dwergmeeuw, grote stern en visdief. Deze bevindingen zijn nog zeer preliminair aangezien er op het moment van de tellingen nog maar zes turbines gebouwd waren, maar als deze trend zich verderzet, dan zorgt een verhoogde activiteit van deze soorten in het windmolenpark voor een hoger aanvaringsrisico (Vanermen *et al.*, 2011). Dit kan gevolgen hebben voor de bescherming van grote stern, visdief en dwergmeeuw, drie soorten die

opgenomen zijn in de Bijlage I van vogelrichtlijn. Verder onderzoek zal uitwijzen of deze aantrekking zich verderzet in de komende jaren en wat de gevolgen ervan zijn met betrekking tot het aanvaringsrisico.

In het MER worden verschillende alternatieven voorgesteld inzake aantal turbines en afmetingen van de turbines. Vanermen *et al.*, (2009) toonden aan dat slechts een beperkt percentage vogels op rotorhoogte vliegen. De meeste vogels vliegen relatief laag boven het water (minder dan 30m). Hoe hoger de ondergrens van de rotor, hoe kleiner dus de kans op aanvaringen. Voor de basisconfiguratie en configuratie 1 van het Rentel project is het laagste punt van de rotor 32 m. Voor configuratie 2 en 3 is dit 25 m boven het wateroppervlak en kan er dus verwacht worden dat deze turbines voor meer aanvaringslachtoffers zullen zorgen. Anderzijds zal het aantal aanvaringslachtoffers het laagst zijn bij de configuratie met het laagst aantal turbines. Met dit gegeven wordt er verwacht het aantal aanvaringslachtoffers het laagst zal zijn voor de basisconfiguratie configuratie 0 (i.e. 47 WT van 6,15 MW).

12.2.2.2 Verstoringsaspect: Veranderingen in aantallen en verspreiding door wijziging van het habitat

Door de bouw van een windmolenpark wordt een habitat fysisch gewijzigd. Op de locaties waar er turbines gebouwd worden, is er sprake van ‘fysisch’ habitatverlies. Het gebied dat bepaalde soorten gaan vermijden als rust- of foerageergebied als reactie op de aanwezigheid van de turbines is het ‘effectieve’ habitatverlies (Fox *et al.*, 2006). Voor soorten die het toekomstige park gaan vermijden betekent dit project een effectief habitatverlies van minimaal 20,2 en maximaal 26,9 km² (i.e. respectievelijk 0,59 en 0,78 % van het BDNZ). Dit is *sensu stricto* de oppervlakte van het park. Het is niet uitgesloten dat sommige soorten ook een bufferzone rond het park zullen vermijden. Dit werd onder meer aangetoond bij jan-van-gent in het Horns Rev park (Denemarken), waar een reductie van 80% in een straal van twee tot vier kilometer rond het windpark werd vastgesteld. Er werd aangenomen dat dit in het park praktisch 100% was. Er werd ook vermijdingsgedrag aangetoond bij alk, zeekoet en duikers. Bij meeuwen was dit minder het geval (Petersen *et al.*, 2006). Voor Jan-van-gent en dwergmeeuw werd er ook vermijdingsgedrag vastgesteld in het Nederlandse OWEZ windmolenpark. Ook grote stern en dwergmeeuw verkozen meestal om rond het OWEZ park te vliegen in plaats van erin (Leopold *et al.*, 2011). Vanermen *et al.*, (2011) stelden eveneens een reductie in het aantal jan-van-gent en zeekoet vast in het windmolenpark op de Bligh bank. Op de Bligh Bank werden op bepaalde momenten extreem veel zilvermeeuwen en stormmeeuwen geteld, wat attractie bij die soorten suggereert (Vanermen *et al.*, 2011). Het omgekeerde was waar voor kleine mantelmeeuw waar er erg grote aantallen werden vastgesteld in het referentiegebied i.t.t. het impactgebied. Op de Thorntonbank daarentegen stegen de aantallen grote stern en visdief significant. Dit suggereert een aantrekkende werking van de windmolens op deze soorten. Dit is vanzelfsprekend erg preliminair gezien er op dat moment nog maar zes van de 54 turbines geïnstalleerd waren. Eenzelfde aantrekking van grote stern werd ook waargenomen in het Deens park Horns Rev (Petersen *et al.*, 2006). Het is momenteel nog te vroeg om deze veranderingen te interpreteren. Verder onderzoek zal moeten uitwijzen of dit permanente effecten betreft.

Een verklaring voor het aantrekkingsgedrag is mogelijks dat het windmolenpark rustplaatsten biedt of dat het een referentie is in de open zee. De aantrekking van stern (en alken, tijdens recente tellingen op de

Bligh Bank) suggereert een verhoging van het voedselaanbod in de windmolenparken. De aangroei van epifauna op de nieuwe harde substraten (i.e. windmolenfunderingen) en het visverbod dat van kracht zal zijn in het windmolenpark tijdens de exploitatie zal een verandering teweeg brengen in de voedselbeschikbaarheid. Zo toonden Reubens *et al.*, (2010 en 2011) aan dat er een toename is van vissen rondom de turbines op Thorntonbank.

In het Nederlandse OWEZ (op 10 tot 18 km van de kust) park werd vastgesteld dat er een aantrekkend effect is op aalscholvers *Phalacrocorax carbo*. Die gebruiken de structuren in het windmolenpark als uitvalsbasis om te foerageren (Leopold *et al.*, 2011). Camphuysen (2011) toonde aan dat de Nederlandse windmolenparken erg aantrekkelijk zijn voor verschillende meeuwensoorten, waaronder kleine mantelmeeuwen, als rustgebieden. Zo trekt de centrale controle toren van het Prinses Amalia park (23 km van de kust) meeuwen aan tot in het hart van het park omdat het veel rustplaatsen biedt. Dit werd ook waargenomen in de winter van 2011-2012 op de Thorntonbank, waar de jacket-funderingen (toen nog zonder turbines) veelvuldig als rustplaats werden gebruikt door meeuwen.

Camphuysen (2011) deed onderzoek naar het foeragegedrag van kleine mantelmeeuwen uit de kolonie op Texel. Hiervoor werden een aantal vogels uitgerust met een GPS-logger. Deze data tonen aan dat de windmolenparken OWEZ en Q7, die respectievelijk 48 km en 57 km van de kolonie verwijderd zijn, binnen de range liggen van de onderzochte kleine mantelmeeuwen. Ens (2007) stelde vast dat kleine mantelmeeuwen tot 90 km van de kolonie gaan foerageren. Voor grote stern is bekend dat de foerageervluchten oplopen tot 45 km van de kolonie (Garthe en Flore, 2007). Rekening houdend met deze foerageafstanden, is het mogelijk dat meeuwen, sternen en aalscholvers vanuit de vogelrichtlijngebieden SBZ-V3 (BE), Voordelta (NL), Westerschelde – Saeftinghe (NL), Oosterschelde (NL) en Grevelingen (NL) tot in de projectlocatie komen foerageren. Tellingen tijdens het broedseizoen doen vermoeden dat dit voorlopig niet het geval is voor sternen, maar wel mogelijk is voor meeuwen. Grote meeuwen zijn ook het meest gevoelig zijn voor aanvaringen gezien ze vaak op rotorhoogte vliegen.

Deze voorgaande vaststellingen doen vermoeden dat er minder vermijdingsgedrag optreedt bij zeevogels dan initieel verwacht, en dat er zelfs sprake is van aantrekking bij bepaalde soorten. Dit is, zoals eerder vermeld, enerzijds positief in het kader van habitatverlies, anderzijds zijn de soorten die niet verstoord worden of zelfs aangetrokken worden door windmolenparken gevoeliger voor aanvaringen.

Samenvattend wordt er verwacht dat bepaalde soorten, zoals aalscholver, meeuwen en sternen mogelijk aangetrokken zullen worden door het Rentel windmolenpark en dat andere soorten (e.g. jan-van-gent, alkachtigen) het park zullen vermijden.

12.2.2.3. Verstoring: barrière effect

Zoals hierboven vermeld migreren er jaarlijks, naar schatting, 1 – 1,3 miljoen zeevogels door de Zuidelijke Noordzee, en bijgevolg ook door de ‘flessenhals’ ter hoogte van het kanaal (Stienen *et al.*, 2007). Dit is dus een erg belangrijke corridor voor migrerende zeevogels en niet-zeevogels (Buurma, 1987; Alerstam, 1990; Vanermen *et al.*, 2006).

Resultaten van radarstudies en visuele waarnemingen in Horns Rev en Nysted tonen aan dat vogels hun vliegrichting aanpassen wanneer ze in de buurt van offshore windmolenparken komen. In Horns Rev ontweek 71 tot 86 % van de vogels het park als ze op een afstand van 1,5 – 2 km waren, om dan tot meer dan vijf km rond de buitenkant van het park te vliegen. In Nysted was dit 78 %. 's Nachts gebeurt de wijziging van de vliegrichting dicht bij het park (op ca. 0,5 km afstand van het park) dan overdag maar de ontwijkingpercentages zijn even hoog. Er is dus sprake van een barrière-effect van offshore windmolenparken op migrerende vogels (Fox *et al.*, 2006; Petersen *et al.*, 2006).

Recent onderzoek in het Nederlandse OWEZ windmolenpark stelde vast de meeste soorten overdag ontwijkgedrag vertoonden. De afstand van het windmolenpark waarop dit gebeurde varieerde tussen de 200 m en enkele kilometers. 's Nachts werd er veel minder ontwijkgedrag vastgesteld (Krijgsveld *et al.*, 2010). Ganzen vertoonden de sterkste reactie op het park, vaak gepaard met paniekgedrag. De afstand waarop dit gebeurde was tussen de 0,5 en 1 km van het park, vervolgens vlogen ze rond het volledige park. Zangvogels, die de meerderheid uitmaken van de migrerende vogels in dat gebied, vermeden het volledige park. Finaal werd besloten dat 18 – 34% minder vogels in het OWEZ windpark vlogen dan erbuiten (Krijgsveld *et al.*, 2011).

Plonczkier en Simms (2012) stelden vast dat groepen kleine rietgans *Anser brachyrhynchus* in 94,5 % van de gevallen vermijdingsgedrag vertoonden in reactie op offshore windmolenparken voor de kust van Lincolnshire (UK). Zij concludeerden dat in 97,25% van de gevallen de kleine rietganzen zonder enig risico op additionele mortaliteit door het gebied konden migreren.

Dit aanpassen van de vliegrichting om het windturbineparken te vermijden betekent een gering negatief effect op de avifauna, het barrière-effect impliceert immers dat de migrerende vogels een langere weg moeten afleggen, met een verhoogde energieconsumptie tot gevolg (Drewitt & Langston, 2006). Dit effect is echter verwaarloosbaar gezien de grote afstanden die migrerende vogels afleggen (Masden *et al.*, 2009, 2010; Poot *et al.*, 2011). Bijkomend zorgt dit vermijdingsgedrag er ook voor dat de kans op aanvaring met turbines, tijdens de migratie, daalt.

De nood aan betrouwbare data over vermijdingsgedrag ter hoogte van de Belgische windturbineparken werd reeds beschreven in Vanermen & Stienen (2009) en Krijgsveld *et al.*, (2010). Een vogelradar kan continu functioneren en zal dus ook 's nachts en in slechte weersomstandigheden de vliegbewegingen registreren. Meer informatie over dit systeem is beschikbaar in Brabant & Jacques (2009) en Brabant *et al.*, (2012). Het radarsysteem werd begin 2012 op het offshore transformator platform van C-Power geïnstalleerd.

12.2.3 Ontmantelingsfase

De effecten tijdens de ontmantelingsfase zullen, wat betreft biotoopverlies en resuspensie van fijne sedimenten, vermoedelijk gelijkaardig zijn aan deze tijdens de bouwfase. Het is momenteel niet duidelijk welke technieken gebruikt zullen worden bij de verwijdering van monopiles en jacket funderingen en bijgevolg kan er nog geen inschatting gemaakt worden van de effecten van eventueel verhoogd onderwatergeluid. Na de afbraakfase dient nagegaan te worden of er zich al dan niet een terugkeer zal

voordoen naar de initiële situatie.

12.2.4 Cumulatieve effecten

De bouwperiodes van verschillende windparken in het BDNZ zullen mogelijks overlappen. Er mag dan aangenomen worden dat het cumulatieve effect van de bouw van de parken bestaat uit de som van de effecten van de bouw voor elk van de parken afzonderlijk. Het cumulatieve effect van de werken aan de verschillende parken zorgt, voor verstoringsgevoelige soorten, voor een tijdelijk habitatverlies en een mogelijke verhoging van de turbiditeit wat een vermindering in voedselbeschikbaarheid tot gevolg kan hebben. Momenteel is het moeilijk in te schatten hoeveel parken er gelijktijdig zullen gebouwd worden en wat dus de omvang van dit cumulatief effect zal zijn. Echter, gezien de beperkte duur en de lokale aard van deze effecten, zijn deze aanvaardbaar.

Het aantal aanvaringen van vogels met windmolens wordt laag ingeschat (Vanermen en Stienen, 2009; Krijgsveld *et al.*, 2011; Plonczkier en Simms, 2012). Het is echter mogelijk dat het aantal aanvaringsslachtoffers van alle windparken samen een significant effect hebben op populatieniveau. Omdat zeevogels lang leven en jaarlijks een laag aantal jongen groot brengen kan een licht verhoogde mortaliteit op lange termijn toch een significant negatief effect hebben op de populatie (Drewitt & Langston, 2006). Een modelstudie van Poot *et al.*, (2011) maakt een inschatting van het aantal aanvaringsslachtoffers van 11 windmolenparken in het Nederlands deel van de Noordzee. Dit werd gedaan door de gegevens die verzameld werden in het OWEZ park te extrapoleren. Volgens deze extrapolatie zouden het aantal aanvaringsslachtoffers bij de alle soorten (behalve bij zilvermeeuw) niet voor een negatieve trend zorgen in de populatiegrootte.

Voorlopig is het vermijdingsgedrag van bepaalde soorten tijdens de exploitatie van windmolenparken op zee, zoals vastgesteld door Petersen *et al.*, (2006), Leopold *et al.*, (2009) en Vanermen *et al.*, (2011), sitespecifiek (zie 12.2.2.2.). Indien blijkt dat bepaalde soorten de volledige zone bestemd voor elektriciteitsproductie zullen vermijden, betekent dit voor deze soorten een habitatverlies van 238 km² of 6,9 % van het BDNZ. Dit kan voor bepaalde soorten zelfs meer zijn. Petersen *et al.*, (2006) stelden een reductie van 80% in de aantallen jan-van-gent vast, in een straal van twee tot vier kilometer rond het Horns Rev windpark.

Een laatste cumulatief effect is het barrière-effect van de bestaande en geplande parken samen. Ontwijkgedrag van migrerende vogels als reactie op offshore windmolenparken is bekend (Krijgsveld *et al.*, 2011; Plonczkier & Simms, 2012). Ze doen dit door hun richting en/of vlieghoogte aan te passen. De oriëntatie van de volledige zone die aangeduid is voor elektriciteitsproductie in het BDNZ (loodrecht op de migratierichting) is in dat opzicht niet gunstig. De verschillende windmolenparken zullen mogelijk een aaneengesloten barrière vormen, van ca. 35 km breed, en dat in een stuk waar het kanaal tussen het vasteland en Groot-Brittannië ca. 140 km breed is. Indien vogels rond de volledige zone zullen vliegen en ook windmolenparken in Nederlandse en vooral Engelse wateren moeten ontwijken, zorgt dit voor een verhoogd energieverbruik bij de trekkende vogels (Drewitt & Langston, 2006). Zeker indien men in acht neemt dat dit voor bepaalde soorten gepaard gaat met paniekreacties, zoals beschreven voor ganzen door Krijgsveld *et al.*, (2010). Tijdens de voor- en najaarsmigratie leggen migrerende vogels echter dergelijk

grote afstanden af dat het niet te verwachten valt dat die bijkomende afstand rondom de volledige windmolenzone een significant negatief effect is (Masden *et al.*, 2009, 2010; Poot *et al.*, 2011).

12.3 Besluit

12.3.1 Aanvaardbaarheid

De lokale situatie en de mogelijke effecten van de bouw en de exploitatie van het Rentel project worden in het MER grondig beschreven. Ook de mogelijke cumulatieve effecten van de verschillende parken waarvoor een aanvraag tot machtiging en vergunning ingediend of afgeleverd werd, werden grondig onderzocht.

De te verwachten effecten van de constructie van de windmolens en de kabels zijn gering negatief. Gezien de constructiefase slechts tijdelijk is en gezien de beperkte omvang van het gebied worden de verwachte effecten als gering negatief en niet significant ingeschat.

Tijdens de exploitatiefase zijn er drie mogelijk significante effecten te onderscheiden op de avifauna:

- Aanvaringsaspect: de eerste berekeningen betreffende aanvaringen tonen aan dat het risico het grootst is voor grote meeuwen, stormmeeuw, jan-van-gent en grote jager (Vanermen & Stienen, 2009). Om dit te kunnen evalueren is er nood aan meer betrouwbare data. De Bijlage I soorten grote stern, visdief en dwergmeeuw komen tijdens de migratieperiodes geconcentreerd in het gebied voor. Hoewel het aantal aanvaringssslachtoffers voor deze soorten waarschijnlijk laag zal zijn, is er toch bezorgdheid hieromtrent.
- ‘Displacement’: voorlopig is het vermijdingsgedrag van bepaalde soorten tijdens de exploitatie van windmolenparken op zee, zoals vastgesteld door Petersen *et al.*, (2006) en Leopold *et al.*, (2011), sitespecifiek. Er wordt verwacht dat bepaalde soorten, zoals aalscholver, meeuwen en stern en aangetrokken zullen worden door het Rentel windmolenpark en dat andere soorten (e.g. jan-van-gent, alkachtigen) het park zullen vermijden. Voor de soorten die verstoord worden door de windmolenparken betekent de bouw van het Rentel windmolenpark een beperkt habitatverlies, met name 0,54 en 0,78% van het BDNZ (afhankelijk of de uitbreiding van de concessie wordt goedgekeurd).
- Barrière-effect: er is aangetoond dat het merendeel van vogels de vliegrichting aanpast bij het naderen van een windmolenpark, er is dus sprake van een barrière-effect (Petersen *et al.*, 2006; Krijgsveld *et al.*, 2010; Krijgsveld *et al.*, 2011; Plonczkier & Simms, 2012).

Er zijn momenteel echter nog een groot aantal leemtes in de kennis betreffende de effecten op vogels:

- effect van de mogelijke verhoging van de turbiditeit op de foerageer-efficiëntie van visetende vogels;
- het belang van het projectgebied als migratieroute;
- het belang van het projectgebied als foerageergebied voor vogels uit broedkolonies aan de Belgische en Nederlandse kust;

- het vermijdingsgedrag van lokale vogels ten gevolge van het Rentel park;
- het barrière-effect en de impact op de bereikbaarheid van broed- en overwinteringsgebieden in België en Nederland.;
- het effect van aanvaringen van vogels met de turbines op populatieniveau;
- het mogelijke optreden van ‘falls’;
- de wijziging van het voedselaanbod in het windmolenpark;
- de cumulatieve effecten van meerdere windmolenparken in hetzelfde gebied.

Om een bepaalde configuratie te verkiezen boven een andere zijn drie zaken van belang:

- het aantal turbines;
- de turbinedensiteit: dit is het aantal turbines per oppervlakte-eenheid en bepaalt dus de openheid van het park. Hoe lager deze densiteit, hoe gunstiger voor vogels om het park te betreden;
- de rotorhoogte van de turbine: het is aangetoond dat het merendeel van de vogels tussen de 0 en 30 meter boven het wateroppervlak vliegen.

Hiermee rekening houdend zal de basisconfiguratie het minst negatieve effecten hebben op de avifauna, gezien deze configuratie het laagste aantal turbines betreft en gezien het laagste punt van de rotor van de voorgestelde turbine 32 m bedraagt.

Indien de configuraties met concessieuitbreidingen worden vergeleken dan zijn de turbines van configuratie 1, waar het laagste punt van de rotor 32 m boven het wateroppervlak bedraagt, verkiesbaar boven die van configuratie 2 en 3, waar dit slechts 25m bedraagt. Anderzijds is het aantal turbines, en dus de turbinedensiteit van configuratie 2 en 3 lager dan bij configuratie 1, wat de toegankelijkheid van het park ten goede komt.

Gezien de relatief kleine omvang van het park tegenover het verspreidingsgebied van de eventuele getroffen soorten, en gezien de geringe effecten die verwacht worden op de individuele dieren en hun populaties is de BMM van oordeel dat de bouw en exploitatie van het Rentel windpark, voor wat betreft de mogelijke effecten op vogels, aanvaardbaar is (voor alle mogelijke configuraties en technieken), maar dat een gepaste monitoring noodzakelijk is om een aantal leemtes in de kennis betreffende de effecten op vogels in te vullen. Er is in het bijzonder bezorgdheid over de effecten op de Bijlage I soorten grote stern, visdief en dwergmeeuw die, tijdens de migratieperiodes, geconcentreerd in het gebied voorkomen.

12.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen

12.3.2.1 Voorwaarden

Om de vliegbewegingen van vogels in de zone van de windmolenparken te bestuderen werd een automatisch radarsysteem aangekocht. Dit zal toelaten om ontwijkgedrag (horizontaal en verticaal) van migrerende vogels vast te stellen en om de flux van vogels doorheen de parken te bepalen. Het is noodzakelijk dat Rentel een aantal voorzieningen treft op het OHVS om dit radarsysteem te kunnen installeren. De bepalingen hiervoor worden besproken met het bestuur. Eventuele kosten van de installatie van het vogelradarsysteem op het OHVS vallen ten laste van de vergunninghouder.

12.3.2.2 Aanbevelingen

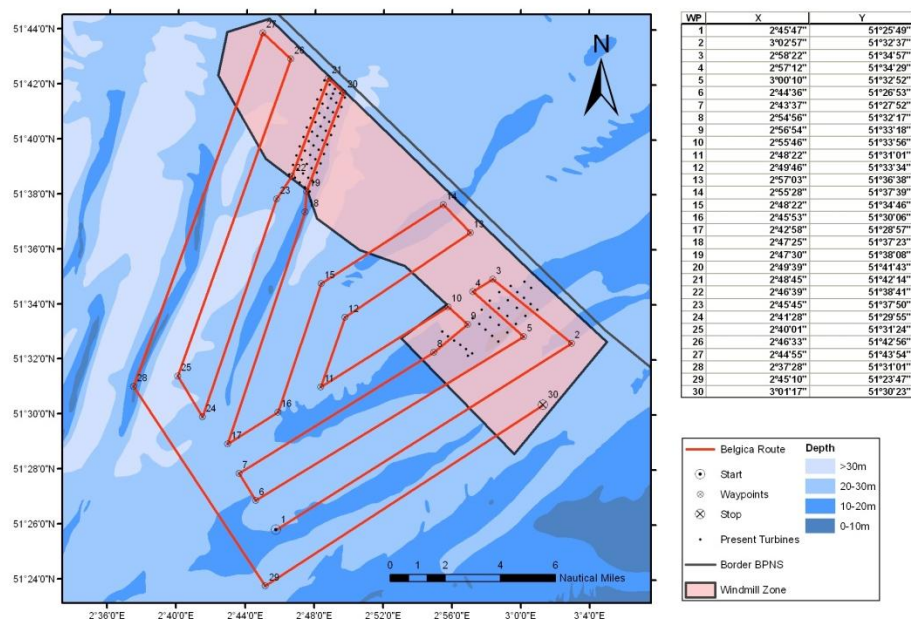
Gezien de te verwachten effecten tijdens de constructiefase gering zijn en de schaal van de effecten tijdens de exploitatiefase ongekend zijn, zijn er op dit moment geen specifieke aanbevelingen.

12.4. *Monitoring en middelen*

Gezien de mogelijk significante cumulatieve effecten op de avifauna dient een gepaste monitoring te gebeuren. De huidige monitoring is gericht op de mogelijke effecten op de densiteit en verspreiding van zeevogels, effecten op migrerende vogels, aanvaringen en de cumulatieve effecten door de aanleg van meerdere windparken in hetzelfde gebied. De eerste vaststellingen zijn preliminair en moeten verder onderzocht worden.

In welke mate de offshore windmolenparken een effect hebben op de aantallen en de verspreiding van lokale zeevogels ('displacement effects') wordt dit onderzocht door het uitvoeren van maandelijkse scheepstellingen volgens een gestandaardiseerd protocol (Tasker *et al.*, 1984). Door het herhalen van die tellingen wordt het mogelijk om verspreidingskaarten van de verschillende soorten op te maken. Het natuurlijk voorkomen van zeevogels is onderhevig aan erg hoge variabiliteit en hierdoor is het vaak moeilijk om een verandering in het verspreidingsgebied en het aantal van een bepaalde soort, die veroorzaakt wordt door een externe impact (e.g. een windmolenpark), statistisch hard te maken. Analyses van de 'statistische power' van de gegevens toonden aan dat veranderingen in aantallen van 30 tot 70 % voor de meeste soorten makkelijk aantoonbaar zijn binnen een periode van 10 jaar na de impact (Vanermen *et al.*, 2011). Indien nodig, kan de power van de data verhoogd worden door enerzijds de intensiteit van de tellingen te verhogen en anderzijds door de duur van het onderzoek te verlengen. Continuïteit van deze telgegevens is dus van groot belang om eventuele effecten statistisch te kunnen aantonen.

Die transecten in de windmolenparken (Figuur 12.1) worden sinds 2008 al maandelijks geteld en omvatten reeds een deel van het Rentel concessiegebied. Mogelijks zullen de transecten licht gewijzigd worden in functie van de inrichting van de Rentel concessie.



Figuur 12.1 Vaarroutes om avifauna te tellen in de reeds vergunde windmolenparken en het referentiegebied.

Zoals hierboven beschreven is een van de voornaamste leemten in de kennis voorlopig het belang van het projectgebied als foerageergebied voor vogels uit broedkolonies aan de Belgische en Nederlandse kust. Het is momenteel nog onbekend of zeevogels die aan de Belgische kust broeden (of in nabijgelegen kolonies in andere landen) naar de windmolenzone vliegen om te foerageren. Zoals eerder beschreven hebben de windmolenparken, in sommige gevallen, een aantrekkende werking op meeuwen, stern en aalscholvers (Petersen *et al.*, 2006; Camphuysen, 2011; Leopold *et al.*, 2011; Vanermen *et al.*, 2011) en liggen ze binnen het foerageerbereik van deze soorten (zie 12.2.2). Aan de Belgische kust zijn er meeuwenkolonies in Zeebrugge en Oostende. Ook stern en aalscholvers komen aan de Belgische kust tot broeden.

Grote meeuwen (waaronder kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw die broeden) zijn, door hun omvang en vlieghoogte, het gevoeligst voor aanvaringen (Vanermen, 2009). Daarom is het van belang om van deze soorten gedetailleerde informatie over hun gedrag in de windmolenparken te verzamelen.

Volgende onderzoeksvragen stellen zich hierbij:

- Vliegen adulte, broedende zilvermeeuwen en kleine mantelmeeuwen vanuit de broedkolonies in Zeebrugge en Oostende tot aan de windmolenparken om te foerageren?
- Hoe gedragen die soorten zich in een windmolenpark (is er sprake van een 'meeting point' op zee?) en in de buurt van individuele turbines?
- Wat is de vlieghoogte van die soorten binnen het windmolenpark? Verschilt dit van de vlieghoogtes erbuiten? Hier kan ook een link gemaakt worden met data van de verticale radar over groundtruth de grote meeuwen.
- Grote meeuwen hebben het grootste risico om in aanvaring te komen met een turbine doordat ze regelmatig op rotorhoogte vliegen en doordat ze groot en weinig wendbaar zijn. Wat is de kans om in aanvaring te komen met een turbine?
- Hebben de windmolenparken een effect op populatieniveau bij deze soorten?

Om deze vragen te kunnen beantwoorden, zullen er verschillende broedende individuen van kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw in de kolonies van Zeebrugge en Oostende gezenderd worden. Deze zenders geven zeer gedetailleerde informatie over het ruimtegebruik van deze vogels. Met deze data kan achterhaald worden of het dieren uit de broedkolonies zijn die tot aan de windmolenparken gaan, of dat het migrerende vogels zijn die in de windmolenparken worden aangetroffen.

De zenders worden aangebracht wanneer de adulten reeds eieren hebben en dus altijd vanuit een centrale plaats, i.e. de kolonie, gaan foerageren. De datalogger wordt opgesteld in de kolonie. Telkens een gezenderd individu terugkomt in de kolonie worden de data opgeslaan door de datalogger.

De zenders verzamelen ook data over gedrag en vlieghoogte. Al deze gegevens samen (vliegbewegingen in de buurt van turbines, vlieghoogte, gedrag in het park) kan gebruikt worden om het aantal vogels te berekenen die in aanvaring komen met een turbine. Het zal ons ook toelaten om een inschatting te maken of de windmolenparken al dan niet een effect hebben op populatieniveau.

Het is bekend dat er veel variatie is in foerageergedrag tussen individuen en tussen verschillende jaren (Camphuysen, 2011). Om dit te kunnen inschatten is het belangrijk om over een langere periode data te verzamelen. De zenders hebben een levensduur van twee tot drie jaar. Een eerste deel vogels zal in 2013 gezenderd worden. Een tweede deel in 2014. Op die manier zou er vier jaar lang data worden verzameld.

Gezien de grote variatie tussen verschillende individuen is het ook belangrijk om voldoende vogels te zenderen. Om een representatief aantal vogels te kunnen zenderen zal BMM 20 zenders aankopen. Dit moet ons toelaten om voldoende data te verzamelen om de hierboven geformuleerde vragen te beantwoorden¹³.

¹³ Momenteel is er reeds een samenwerking tussen INBO, Universiteit Amsterdam (die de zenders maakt) en Imares om meeuwen te zenderen. BMM zal ook gebruik kunnen maken van de door hen verzamelde data. Een ander voordeel is ook dat BMM enkel zenders moet aankopen, dataloggers werden reeds aangekocht door INBO en zijn ter beschikking.

13. Elektromagnetische velden

- Elektromagnetische velden (EMV) die ontstaan in de buurt van de kabels bij het transport van elektriciteit zullen grotendeels teniet worden gedaan door de configuratie van drie aders in één kabel en door de afscherming rond de kabels. Dit wordt bevestigd door recente metingen in de operationele windmolenparken van C-Power en Belwind.
- Deze EMV zijn waarneembaar door verschillende mariene organismen. Er vallen echter geen significante effecten te verwachten op die organismen door de geringe verhoging van die velden ter hoogte van de zeebodem in de nabijheid van de elektriciteitskabels.
- Door kleine energieverliezen is er ook sprake van een lichte opwarming van de zeebodem in de onmiddellijke omgeving van die kabels. De geringe mate waarin dit het geval is en de begraving van de kabels zorgen ervoor dat dit geen nadelig effect zal hebben op de fauna die in of in de nabijheid van de bodem leeft.
- Het project is aanvaardbaar voor wat betreft elektromagnetische velden en dit zowel voor de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen alsook de verschillende configuraties, mits het strikt naleven van een aantal voorwaarden. Dit advies is echter enkel van toepassing voor de parkkabels aangezien het traject van de exportkabel en de eventuele aansluiting op een Elia-platform nog niet werden vastgelegd en de voorliggende vergunningsaanvraag de exportkabel niet omvat.

13.1 Inleiding

13.1.1 Referentiesituatie

Elektrische kabels wekken tijdens het transport van elektriciteit EMV op. Deze bestaan uit een elektrisch veld (E-veld) en een magnetisch veld (B-veld). Een elektrisch veld is gebonden aan de spanning, uitgedrukt in Volt (V). Het elektrische veld wordt dan ook gemeten in Volt per meter (V/m). Het magnetische veld hangt samen met de stroom die doorheen de geleider vloeit. De eenheid van het magnetische veld is de tesla (T).

Zowel gelijkstroom (DC) als wisselstroom (AC) wekken een E-veld en een B-veld op. Er is echter een verschil tussen een B-veld opgewekt door DC of AC. DC zorgt voor een statisch E-veld, terwijl bij AC er een alternerend B-veld ontstaat. Dit alternerend B-veld wekt door inductie nog een E-veld op: het geïnduceerd E-veld (iE-veld).

Het aardmagnetisch veld is op de breedtegraad van de Noordzee ongeveer 50 μT (Tasker *et al.*, 2010). Het natuurlijk achtergrondniveau van het E-veld is in de Noordzee van de grootteorde van 25 $\mu\text{V/m}$ (Koops, 2000).

In mei 2010 werden metingen uitgevoerd naar de magnetische velden boven één van de 150 kV kabels afkomstig van het windmolenpark op de Thorntonbank. Op het moment van de metingen werd er ongeveer 6 MW opgewekt door de 6 turbines die er momenteel staan. Als alle 54 windmolens in de toekomst bedrijvig zijn, zou er tot 50 keer meer energie opgewekt kunnen worden (300 MW), verdeeld over 2 kabels.

De magnetische veldsterkte op één meter afstand van de kabel situeerde zich tussen 0,004 μT en 0,034 μT . Het geïnduceerde elektrische veld werd niet rechtstreeks gemeten, maar kan bij benadering berekend worden met volgende formule (CMACS, 2003):

Electric Field (V/m) $\approx 2 * \pi * \text{Power frequency (50 Hz)} * \text{Magnetic Flux Density (T)}$

De geïnduceerde elektrische veldsterkte op één meter afstand van de kabel situeerde zich dus tussen 1,3 $\mu\text{V/m}$ en 10,7 $\mu\text{V/m}$ (data C-Power).

Belwind heeft in juni 2011 een meting gedaan van de magnetische velden boven de twee 150 kV kabels en dit t.h.v. de aanlanding op het strand. Tijdens de metingen werd er per kabel tussen de 99 en 111 MW opgewekt. Vlak boven de kabels, die circa twee meter diep zitten, bedroeg het magnetisch veld tussen de 0,27 en 0,29 μT (data Belwind). In augustus 2011 werden opnieuw metingen gedaan door Belwind t.h.v. de aanlanding. Tijdens deze metingen was de stroomsterkte minimaal 540 A en maximaal 574 A. Bij een maximale stroomsterkte van 712 A bedraagt de magnetische veldsterkte tussen de 0,381 en 0,590 μT .

13.1.2 Geplande bekabeling voor het Rentel project

Momenteel zijn er verschillende opties voor de netaansluiting van het windmolenpark. De eerste optie is de aansluiting van de windturbines op een (of meerdere) offshore high voltage station (OHVS) in het windmolenpark (zoals het geval is bij C-Power en Belwind) en dit te verbinden met een exportkabel naar de kust. De tweede optie is de aansluiting van de windturbines op een offshore hoogspanningsstation van Elia. Dit kan rechtstreeks, indien het geplande alfa-platform niet te ver van de Rentel concessie verwijderd is, ofwel via een hoogspanningskabel tussen een OHVS in het park en het alfa-platform.

Zowel het traject van de exportkabel (west of oost tracé) als de gekozen configuratie (een/twee kabel(s) van 150kV of een/twee kabel(s) van 220 kV) zijn momenteel nog onduidelijk. De mogelijke alternatieven worden uitgebreid besproken in §4.2 van het MER, maar maken geen deel uit van de vergunnings- en machtingsaanvraag die op 2 juli 2012 werd ingediend.

De windturbines worden in series verbonden door middenspanningskabels van 33 ok 66 kV. Deze series worden dan aangesloten aan een OHVS of het alfa-platform van Elia. De parkbekabeling zijn wisselstroom (AC) kabels met een XLPE (crosslinked polyethyleen) coating. In een enkele kabel worden drie geleiders ondergebracht en is een telecommunicatiekabel geïntegreerd. Dit zijn gelijkaardige kabels als diegene die gebruikt worden door de eerder vergunde windmolenparken.

Rentel plant om de parkkabels ca. 1 m diep in te graven in de zeebodem, de kabel van het transformatorplatform naar de kust zal worden ingegraven volgens de richtlijnen van de bevoegde overheden.

13.2 Te verwachten effecten

13.2.1 Fysisch

De symmetrische constructie van de drie aders in de kabel leidt tot een sterke reductie van elektrische en magnetische velden doordat de afzonderlijke velden elkaar grotendeels opheffen door het faseverschil in de spanningen en de stromen waardoor de EMV grotendeels geneutraliseerd zijn ter hoogte van het kabeloppervlak (OSPAR, 2008; Gerdes *et al.*, 2005). Een verdere reductie van de elektromagnetische velden wordt bekomen door de kunststof afscherming van de geleiders en door de staalmantel rond de kabel. Dit type kabel wordt momenteel het meest toegepast bij de aansluiting van offshore windmolenparken. Gill *et al.*, (2005) toonden aan dat de afscherming van die kabels en het begraven ervan ervoor zorgt dat het E-veld niet meetbaar is buiten de kabel. Bijgevolg zijn enkel het B-veld en het iE-veld van belang voor deze beoordeling.

Een modelstudie van CMACS (2003) verwacht een B-veld van 1.6 μT en een iE-veld van 0.91 $\mu\text{V}/\text{cm}$ aan de buitenkant van een 132 kV drie-fasige kabel met een stroom van 350 A die één meter is ingegraven. De sterkte van het iE-veld voor een 33kV kabel is vier maal hoger dan voor de 132 kV kabel.

In Nysted werd een B-veld van 5 μT gemeten op 1 m afstand van een 132 kV kabel (Hvidt, 2004). Voor twee 135 kV kabels werden waarden gemeten van 0.23 μT tot 6.5 μT voor het B-veld en 0.3 tot 1.1 $\mu\text{V}/\text{cm}$ voor het iE-veld (Gill *et al.*, 2009).

De modelstudie van CMACS en de gemeten waarden in Nysted, maar ook door C-Power en Belwind doen vermoeden dat de verhoging van de EMV in de nabijheid van de kabel(s) erg beperkt is. Bovendien nemen de EMV snel af met de afstand tot de kabel (CMACS, 2003).

Naast een verhoging van de EMV in de directe omgeving van de kabel(s), zal er ook sprake zijn van een geringe temperatuurverhoging rond de kabel(s), te wijten aan beperkte energieverliezen. Studies hieromtrent, die ook in het MER worden besproken, spreken van een temperatuurstijging van de zeebodem net boven de kabel van 0,19 (BERR, 2008) tot 3 °C (Grontmij, 2006).

13.2.1 Op de fauna

Bepaalde organismen (oa. binnen de zeezoogdieren, vissen, weekdieren en schaaldieren) kunnen E- en/of B- velden waarnemen en gebruiken die voor oriëntatie, migratie en het opsporen van prooien (Poléo *et al.*, 2001; Gill *et al.*, 2005, OSPAR, 2008). Artificiële bronnen van EMV, zoals die opgewekt door kabels die gebruikt worden in de exploitatie van offshore windmolenparken, kunnen deze organismen mogelijk storen. Resultaten van onderzoek in het windmolenpark in het deense Nysted tonen aan dat de gebruikte kabel de migratie en het gedrag van vissen wijzigde (Klastrup, 2006).

De grootste groep organismen waarvan gekend is dat ze E-velden kunnen waarnemen zijn de Chondrichtyes of kraakbeenvissen (haaien en roggen). Zij hebben zogenaamde *ampullae van Lorenzini*.

Dit zijn receptoren waarmee ze erg zwakke spanningsgradiënten kunnen waarnemen (zie o.a. Murray, 1974; Zakon, 1986). Deze elektroreceptoren stellen kraakbeenvissen in staat om het E-veld van prooien waar te nemen en ze op te sporen. Ze spelen ook een rol bij de navigatie.

Naast de kraakbeenvissen zijn er ook verscheidene beenvissen die E-velden kunnen waarnemen. Dit werd oa. aangetoond bij kabeljauw *Gadus morhua*, pladijs *Pleuronectus platessa* en Atlantische zalm *Salmo salar* (Gill *et al.*, 2005).

Er is een grote variëteit aan soorten die het geomagnetische veld kunnen waarnemen. Dit werd aangetoond bij geleedpotigen, vissen en walvisachtigen (Kirshvink, 1997). Een aantal relevante soorten voor het Belgisch deel van de Noordzee die B-velden waarnemen zijn bruinvis *Phocaena phocaena*, witsnuitdolfijn *Lagenorhynchus albirostris*, Atlantische zalm, pladijs, alle kraakbeenvissen, alle kaakloze vissen en de grijze garnaal *Crangon crangon* (Gill *et al.*, 2005). Veel van deze soorten gebruiken het geomagnetische veld voor hun oriëntatie en dus tijdens periodes van migratie. Het is dan ook niet uitgesloten dat de B-velden in de nabijheid van windmolenparken deze soorten storen tijdens de migratie. Anderzijds migreren de meeste soorten in open water en niet in de nabijheid van de bodem.

Bochert & Zettler (2004) stelden een aantal benthische soorten van verschillende taxonomische groepen (o.a. grijze garnaal, mossel *Mytilus edulis*, gewone zeester *Asterias rubens*, een isopode *Saduria entomon*, bot *Platichthys flesus*) bloot aan een magnetisch veld van 2,7 tot 3,7 μ T. Geen van de soorten vertoonden een reactie op dit artificiële B-veld. Volgens deze studie heeft het B-veld van een submariene kabel geen invloed op de oriëntatie, beweging en fysiologie van de geteste benthische soorten.

Een mesocosmosexperiment, waarbij een AC-kabel werd geïnstalleerd, toonde aan dat hondshaai *Scyliorhinus canicula* meer aanwezig was in de nabijheid van de kabel, maar dat de activiteit van de onderzochte individuen lager lag. Stekelrog *Raja clavata* vertoonde een verhoogde activiteit in de nabijheid van de kabel (Gill *et al.*, 2009). Beide benthische soorten komen voor in de Belgische zeegebieden. Zowel hondshaai als stekelrog bleken tijdens een monitoring in het onderzoeksgebied van een windmolenpark in normale aantallen te verblijven (NIRAS, 2009). De respons van kraakbeenvissen op EMV van eenzelfde intensiteit als diegene die door de AC kabels van het windmolenpark wordt opgewekt is soortspecifiek en verschilt tussen individuen (Gill *et al.*, 2009).

Het is aangetoond dat het begraven van een kabel geen invloed heeft op de sterkte van het B-veld. Toch is het ingraven van kabels van groot belang om de blootstelling van de gevoelige soorten aan EMV, die het sterkst zijn aan het oppervlak van de kabel, te verminderen doordat er een fysische barrière wordt gecreëerd (CMACS, 2003).

Er kan geconcludeerd worden dat EMV geassocieerd met de kabels van windmolenparken waargenomen worden door verschillende soorten en dat die een reactie veroorzaken. Het is momenteel echter onzeker wat de significantie is van deze respons, zowel op individueel als op populatie niveau (Tasker *et al.*, 2010).

Gezien de kabels ingegraven worden zal de opwarming van de zeebodem in de toplaag zeer gering of onbestaand zijn. Gezien de benthische fauna voornamelijk in die toplaag (bovenste 20 cm) leeft, worden er geen significant negatieve effecten verwacht op het benthos, het epibenthos en de demersale visfauna.

13.2.3 Cumulatieve effecten

De door een enkele kabel veroorzaakte verhoging van de EMV is gering en zeer lokaal. Het is echter niet uitgesloten dat de som van de effecten van verschillende kabels wel een significant effect zou kunnen hebben (Gill *et al.*, 2005). Dit is momenteel onvoldoende goed in te schatten. In dit opzicht kunnen de plannen van Elia om een offshore transformatorstation te plaatsen, waarop verschillende windmolenparken kunnen aansluiten, voordelig zijn voor het mariene milieu. Zo zou niet ieder park afzonderlijk een kabel naar de kust moeten installeren en zouden er slechts zes i.p.v. elf kabels liggen. Dit zou de impact van EMV en opwarming kunnen verlagen.

13.3 Besluit

13.3.1 Aanvaardbaarheid

Door de configuratie van drie aders in één kabel zullen de elektromagnetische velden van de Rentel kabels elkaar grotendeels opheffen. In combinatie met de afscherming van de kabels en het ingraven ervan wordt verwacht dat er slechts verwaarloosbare EMV uitwendig waarneembaar zullen zijn. Dit werd bevestigd door de recente metingen van C-Power en Belwind. Bijgevolg oordeelt de BMM dat er geen significant negatieve effecten te verwachten vallen op de aanwezige fauna. Het project is aanvaardbaar voor wat betreft elektromagnetische velden en dit zowel voor de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen alsook de verschillende configuraties, mits het strikt naleven onderstaande voorwaarden.

Het is mogelijk dat er een geringe temperatuursverhoging van de zeebodem zal optreden in de nabijheid van de elektriciteitskabels. Dit effect wordt echter als verwaarloosbaar en bijgevolg aanvaardbaar ingeschat.

Dit advies is echter enkel van toepassing voor de parkkabels aangezien het traject van de exportkabel en de eventuele aansluiting op een Elia-platform nog niet werden vastgelegd en de voorliggende vergunningsaanvraag de exportkabel niet omvat. Er dient voorts te worden opgemerkt dat deze beoordeling enkel geldt voor AC kabels. Als in de toekomst gebruik dient te worden gemaakt van gelijkstroom (DC) dan zal daar een nieuwe beoordeling van moeten worden gemaakt. DC kabels produceren immers grotere EMV dan AC kabels en hebben dus mogelijks grotere effecten op de mariene fauna (OSPAR, 2008).

13.3.2 Voorwaarden en Aanbevelingen

13.3.2.1 Voorwaarden

- De parkkabels moeten op ten minste één meter diep worden ingegraven.
- Alle kabels die definitief buiten gebruik worden gesteld, zoals kabels die vervangen worden door andere kabels, moeten verwijderd worden.
- De bedekking van de kabels moet steeds verzekerd worden en moet gemonitord worden zoals voorzien in het monitoringsplan. Indien de monitoring uitwijst dat de kabel op minder dan de minimale begravingsdiepte ligt, dienen binnen de kortst mogelijke termijn en met een maximum van drie maanden de nodige werken te worden uitgevoerd opdat de kabel terug op haar oorspronkelijke diepte wordt geplaatst.

13.3.2.2 Aanbevelingen

Het is aangewezen dat, indien mogelijk, de verschillende concessiehouders samenwerken om de elektriciteit aan wal te brengen. Op deze manier zullen er minder kabels nodig zijn, wat toelaat om een kleiner deel van de zeebodem te verstoren en de impact van EMV en opwarming vermindert.

13.4 Monitoring

Gezien de beperkte verhoging van de EMV van de parkkabels en exportkabels van de bestaande parken en de geringe effecten op de fauna dient er geen verder monitoring worden gedaan voor dit onderdeel. Indien in de toekomst zou blijken uit onderzoek in het buitenland, dat er toch significante effecten verwacht kunnen worden, dan zal er alsnog een monitoring worden opgezet.

14. Interactie met andere menselijke activiteiten

- Indien er monopile of jacket funderingen geheid worden, dan zijn de mogelijke effecten van de constructie van het windmolenpark op de visserij negatief en grensoverschrijdend maar duidelijk beperkt in de tijd.
- Indien er gravitaire funderingen gebruikt worden of de suction bucket techniek gebruikt wordt om monopile en jacket funderingen te installeren, dan zijn de vermoedelijke effecten van de constructie van het windmolenpark op de visserij verwaarloosbaar.
- De effecten van de exploitatie van het windmolenpark op de visserij zijn voor alle scenario's verwaarloosbaar gezien het huidige beperkte gebruik van het concessiegebied voor visserij.
- De exploitatie van het windmolenpark creëert extra mogelijkheden voor wetenschappelijk onderzoek in het gebied.
- De invloed van het voorgestelde windmolenpark op maricultuur, luchtvaart, baggeren en storten van baggerspecie, militair gebruik, windenergie, kabels en pijpleidingen zijn nihil of verwaarloosbaar.
- Realisatie van het windmolenpark zou een beperkt effect hebben op de scheepvaart gezien de aanwezigheid van reeds operationele windmolenparken (zie hoofdstuk Veiligheid en risico).
- Het Rentel project is voor wat betreft de interactie met andere menselijke activiteiten aanvaardbaar voor zowel de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen, mits het strikt naleven een aantal voorwaarden.
- Wat betreft de te gebruiken technieken is er een voorkeur voor de suction bucket techniek aangezien deze bij installatie slechts een beperkte verstoring zal veroorzaken m.b.t. visserij in vergelijking tot het heien van monopile of jacket funderingen en in tegenstelling tot gravitaire funderingen niet vereist dat er grote hoeveelheden extra zand gewonnen wordt in de bestaande concessiezones.

14.1 Inleiding

Het concessiegebied van Rentel bevindt zich binnen de zone voorbehouden voor de productie van elektriciteit uit water, stromen of winden (KB 17/05/2004, gewijzigd bij KB 03/02/2011). De afbakening van deze zone geeft aan dat deze productie van elektriciteit uit water, stromen of winden voorrang geniet op andere activiteiten die kunnen plaatsvinden in het gebied. Hieronder wordt een inschatting gemaakt van de invloed van de constructie en exploitatie van het voorgestelde Rentel windmolenpark op andere menselijke activiteiten in het Belgisch deel van de Noordzee (BDNZ). Deze omvatten visserij, maricultuur, scheepvaart, luchtvaart, zand- en grindwinning, baggeren en storten van baggerspecie, windenergie, militair gebruik, gaspijpleidingen en telecommunicatiekabels, toerisme en recreatie, wetenschappelijk onderzoek en oceanologische waarnemingen. Waar nodig zal er een onderscheid gemaakt worden tussen de verschillende configuraties en mogelijke uitbreidingen.

14.2 Te verwachten effecten

14.2.1 Visserij

Voor een beschrijving van de huidige toestand van de visserij in het BDNZ en meer specifiek in het projectgebied wordt verwezen naar het MER (IMDC, 2012). In het kort kan men stellen dat het BDNZ voor de Belgische zeevisserij eerder van gering socio-economisch belang is (Adriansens, 2009; Tessens en Velghe, 2010; 2011). Het concessiegebied (inclusief de 500 m veiligheidszone) beslaat circa 1,1 % van dit BDNZ en is gelegen op een minimumafstand van ongeveer 30 km van zowel de Belgische als de Nederlandse kust. Het wordt naar alle waarschijnlijkheid voornamelijk bevestigd door het kleine vlootsegment (KVS, motorvermogen < 221 kW) bestaande uit kustvaartuigen, eurokotters en andere kleine vaartuigen. Na de ingebruikname van de C-Power concessie op de Thorntonbank werd een toenemende activiteit van eurokotters waargenomen in het Rentel concessiegebied (Vandendriessche *et al.*, 2011a). Ook werd er een hogere concentratie aan recreatieve vissers (overwegend hengelaars) waargenomen net ten noorden van de bestaande C-Power windmolens. Deze vissers worden vermoedelijk aangetrokken door de veranderende en toegenomen visfauna in de omgeving van het C-Power windmolenpark dat reeds sinds 2008 afgesloten is voor de visserij.

Effecten tijdens de constructiefase

Tijdens de constructiefase zal er naast het verlies van visgronden (in casu het Rentel concessiegebied) ook een effect zijn van de werkzaamheden. In het geval er voor het heien van monopile of jacket funderingen gekozen wordt, kan de tijdelijke toename van het onderwatergeluidsniveau een ernstige verstoring van de vispopulatie veroorzaken tot buiten de concessiezone. Het heien zorgt daarenboven voor een verhoogde vislarvensterfte (Bolle *et al.*, 2011). Indien er gebruik gemaakt wordt van gravitaire funderingen of de suction bucket techniek, dan kan men een lokale stijging van de turbiditeit verwachten. Echter, gezien de beperkte ruimtelijke omvang en beperkte tijdsduur van deze verhoogde turbiditeit wordt geen achteruitgang van het benthos (en bijgevolg ook hogerop de voedselketen) verwacht buiten het concessiegebied. Gezien de beperkte volumes sediment die moeten verplaatst worden, wordt verwacht dat het effect op de vispopulatie binnen het concessiegebied het geringst is bij het gebruik van de suction bucket techniek. De effecten op de vispopulatie, het benthos en onderwatergeluid en mogelijke mitigerende maatregelen hiervoor werden reeds in detail besproken in de hoofdstukken 6, 7 en 10.

Effecten tijdens de exploitatiefase

Het belangrijkste effect tijdens de exploitatiefase betreft het verlies van visgronden gedurende een periode van minstens 20 jaar. Het koninklijk besluit tot instelling van een veiligheidszone rond de kunstmatige eilanden, installaties en inrichtingen voor de opwekking van energie uit het water, de stromen en de winden in de zeegebieden onder Belgische rechtsbevoegdheid van 11 april 2012 (hierna: KB Veiligheidszone) stelt dat vanaf de exploitatiefase een veiligheidszone van vijfhonderd meter wordt ingesteld gemeten vanaf de buitengrens van de domeinconcessie. Dit verlies aan visgronden zou kunnen leiden tot inkomstenverlies en werkloosheid, maar dit is onwaarschijnlijk gezien het relatief beperkte belang van het concessiegebied voor de visserij en kan mogelijks deels gecompenseerd worden door het 'spill-over effect' van het voor visserij afgesloten gebied (IMDC, 2012). Binnen de concessie kan men veranderingen in de visfauna verwachten ten gevolge van de installatie van de turbines en het 'reef-effect' enerzijds en het uitsluiten van de boomkorvisserij anderzijds (zie bv. Reubens *et al.*, 2010; 2011a en b,

Lindeboom 2011, Vandendriessche *et al.*, 2011b, 2012). Een lokale toename in het visbestand zal vermoedelijk leiden tot een toename in visserijdruk aan de rand van de concessiegebieden.

14.2.2 Maricultuur

Op 7 oktober 2005 werd een vergunning toegekend aan de Autonoom Gemeentebedrijf (AG) Haven Oostende voor de productie van tweekleppige weekdieren in 4 zones van de Noordzee waaronder de volledige afgebakende zone voor windenergie. Deze vergunning werd afgeleverd voor een periode van 20 jaar en omvat o.a. de gebruiksvoorwaarde dat vergunninghouder over een toelating van de (windmolenpark) concessiehouder moet beschikken alvorens de activiteit in diens zone te kunnen beoefenen. AG Haven Oostende heeft omwille van technische en economische redenen zijn activiteiten al enige jaren stilgelegd en is bovendien nooit actief geweest in het concessiegebied van Rentel. Op 12 oktober 2012 werd de vergunning van AG Haven Oostende geschorst tot 31/10/2014. Er worden bijgevolg geen negatieve effecten verwacht op bestaande maricultuur initiatieven. De veiligheidszone gedefinieerd in het KB Veiligheidszone maakt maricultuur in het Rentel concessiegebied onmogelijk tijdens de exploitatiefase.

14.2.3 Scheep- en Luchtvaart

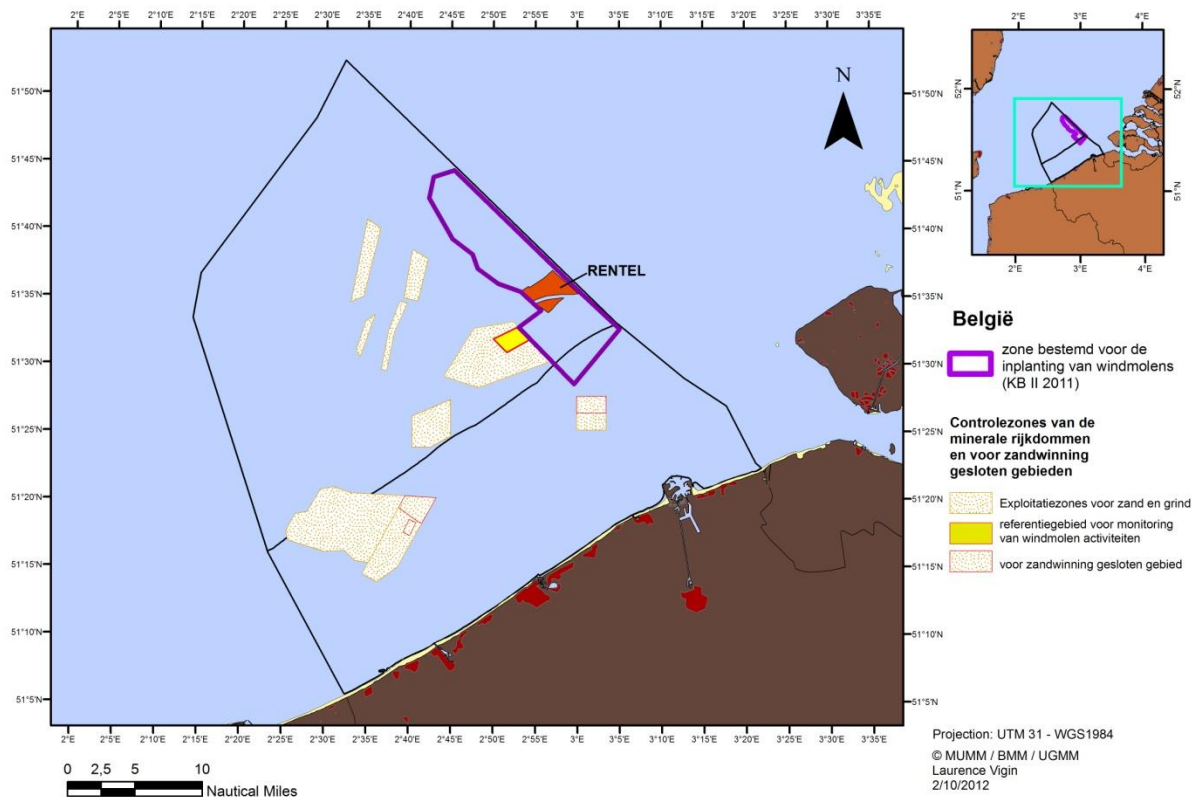
Het spreekt voor zich dat de constructie en exploitatie van een offshore windmolenpark een uitgesproken effect zal hebben op de scheepvaart. De afsluiting van het concessiegebied voor de scheepvaart zal vooral het niet-routegebonden verkeer beïnvloeden dat normaliter door de zone vaart en zal tot een concentratie van het verkeer leiden ten zuiden van het gebied (Marin, 2011a). Eventuele risico's die hierdoor ontstaan worden in detail besproken in hoofdstuk 8. De toename van het aantal afgelegde scheepsmijlen (ten opzichte van de situatie met de reeds vergunde windmolenparken) als gevolg van de veranderde routes op de Belgische Noordzee wordt op minder dan 500 nm per jaar becijferd (Marin, 2011b).

De verlichting van de turbines en het Offshore Transformator Station (OTS) zullen de voorwaarden volgen zoals opgegeven door de bevoegde instanties. Deze dienen te voldoen aan de internationaal bestaande richtlijnen zoals IALA (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities - scheepvaart) en ICAO (International Civil Aviation Organization - luchtvaart) en de Belgische richtlijnen betreffende de bebakening van hindernissen zoals beschreven in de circulaire CIR-GDF03 van 12/06/06 (FOD Mobiliteit en Vervoer). Indien aan bovenstaande richtlijnen wordt voldaan dan wordt er geen effect verwacht op de luchtvaart.

De goede verlichting en signalisatie van het windmolenpark is van groot belang voor de veiligheid van de scheepvaart en luchtvaart in nabijheid van het park. Er wordt daarom door de overheid regelmatige controle uitgevoerd op de goede werking van de verlichting en signalisaties bij slechte weersomstandigheden en 's nachts. Indien er zich een defect voordoet met de verlichting dan blijft er verplicht een wachtschip (guard vessel) ter plekke tot het probleem opgelost is.

14.2.4 Zand- en Grindwinning

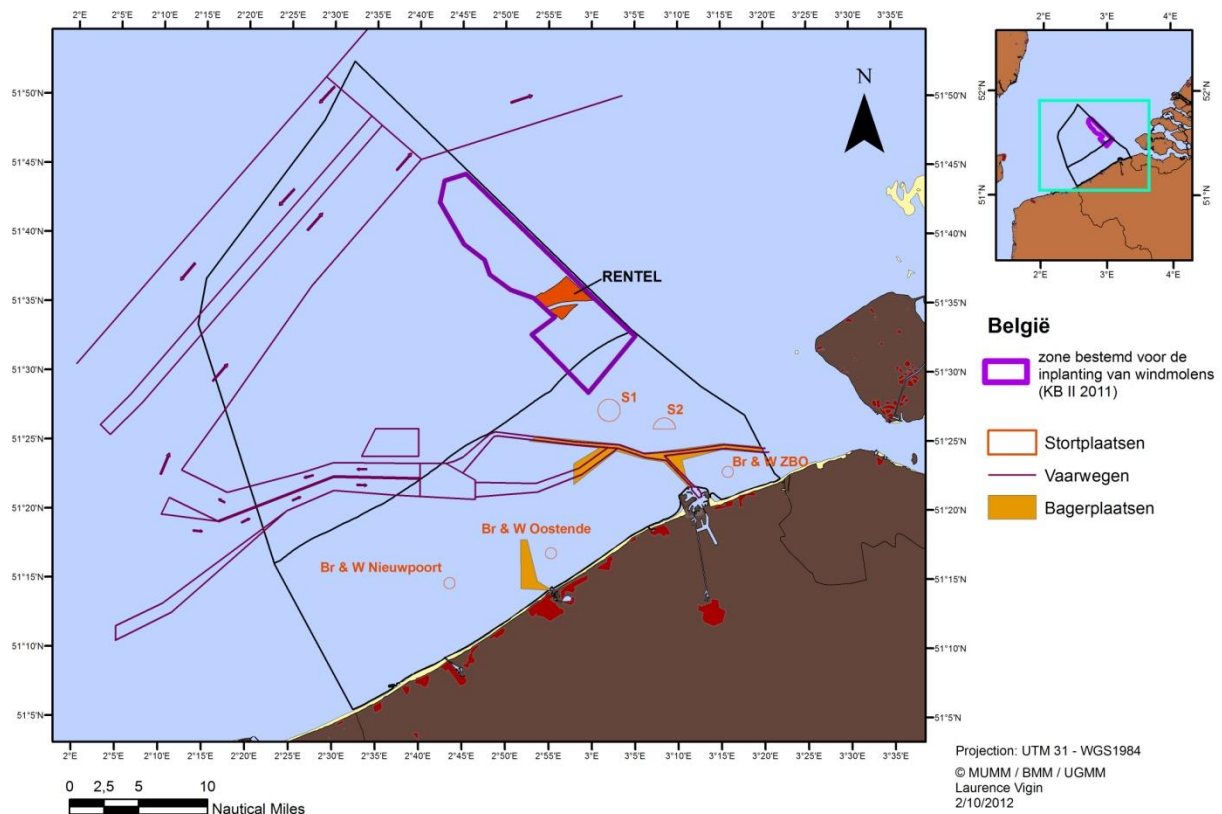
De huidige situatie van zand- en grindwinning in het BDNZ wordt besproken in het MER (IMDC, 2012). Mariene aggregaatextractie op het BDNZ vindt plaats in vier concessiezones (Figuur 14.1) en in de periode 2002-2011 werd er gemiddeld 2.000.000 m³/jaar zand ontgonnen (Van den Branden *et al.*, 2012). De hoeveelheden zand die jaarlijks werden ontgonnen zijn sterk toegenomen, van ~1.500.000 in 2002 tot ~3.000.000 in 2011. In de nabije toekomst wordt verwacht dat deze hoeveelheden verder zullen toenemen ten gevolge van de realisatie van het Masterplan Kustveiligheid. Gezien de afstand tussen de concessiezones voor zand- en grindontginning in het BDNZ en het Rentel concessiegebied wordt niet verwacht dat de exploitatie van het windmolenpark en de zand- en grindwinning een negatief effect zullen hebben op elkaar. Er wordt ook geen invloed verwacht van het windmolenpark op de activiteiten in de Nederlandse zand- en grindwinningsgebieden. Wel is het zo, dat er tijdens de constructiefase van het Rentel project tot 2.048.200 m³ extra zand gewonnen moeten worden in de bestaande concessiegebieden voor zand- en grindwinning indien er gekozen wordt voor gravitaire funderingen (configuratie 1 – 78 GBF; zie hoofdstuk 6 en IMDC, 2012).



Figuur 14.1 Situering van het Rentel-projectgebied ten opzicht van de zones voor zand- en grindwinning

14.2.5 Baggeren en storten van baggerspecie

Om havens toegankelijk te houden voor de scheepvaart, moeten de vaargeulen onderhouden worden en dient langs de Belgische kust en in het Schelde-estuarium gebaggerd te worden. De bevoegde diensten van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap dragen de verantwoordelijkheid voor de baggerwerkzaamheden in de Belgische kusthavens en vaarwegen (volgens de wet van 8 augustus 1988). De BMM is de bevoegde overheid voor stortvergunningen in zee en heeft de toelating gegeven tot het storten van baggerspecie in de maritieme zone die onder de jurisdictie van België valt. Afhankelijk van de herkomst van de baggerspecie wordt een specifieke stortzone toegewezen. Ook de maximaal toegelaten storthoeveelheid is vastgelegd. Er wordt geen effect verwacht van het windmolenpark op de bagger- en stortactiviteiten in het BDNZ gezien de grote afstand van de stortplaatsen en de baggerplaatsen tot de zone van Rentel (Figuur 14.2).



Figuur 14.2 Situering van het Rentel-projectgebied ten opzicht van de zones voor het baggeren en storten van baggerspecie en de belangrijkste vaarwegen

14.2.6 Windenergie

In de zone voorbehouden voor de productie van elektriciteit uit water, stromen of winden hebben reeds vier windparken het vergunningstraject succesvol afgerond: C-Power n.v. op de Thorntonbank, Belwind n.v. op de Bligh bank, Northwind n.v. op de Bank Zonder Naam en Norther ten zuidoosten van de Thorntonbank (Figuur 14.3). De eerste fase van C-Power is operationeel sinds 2008 en de constructie van de 2e en 3e fase

zal afgerond worden in 2013. Bij Belwind is de eerste fase operationeel sinds begin 2011. De start van de constructiefase voor Northwind is voorzien voor 2013. De constructie van het Norther windmolenpark zal pas in 2015-2016 van start gaan en zal dus waarschijnlijk overlappen met werkzaamheden van Rentel. Meer informatie over de ontwikkeling van offshore windparken in het BDNZ kan teruggevonden worden in Brabant *et al.*, (2011, 2012). Hier worden de effecten van het Rentel windpark op andere, reeds vergunde parken beschouwd.

Omwille van de Belgische selectiecriteria voor het verkrijgen van een domeinconcessie voor offshore windparken ligt de energiedichtheid hier aanzienlijk hoger dan in de offshore windparken van de andere Europese landen (Mathys *et al.*, 2009). Het concessiegebied van het Rentel windmolenpark bevindt zich op minimaal 1 km afstand van zowel het C-Power als het Northwind windpark. Echter, in het kader van een mogelijke concessieuitbreiding, werden in het MER ook configuraties onderzocht met een minimale veiligheidszone van 500 m tot zowel het C-Power als het Northwind windpark. Het spreekt voor zich dat bij een eventuele uitbreiding van het Rentel concessiegebied in de richting van de bestaande windmolenparken er rekening zal moeten gehouden worden met de werkelijke omvang van de veiligheidszone zoals gedefinieerd in het KB veiligheidszone. Hoe kleiner de onderlinge afstand tussen de windmolenparken hoe groter het negatief effect op het rendement van de dichtbijzijnde turbines van C-Power en Northwind omwille van de zogeheten park- of zogeeffecten. Echter, dit parkeffect is nooit helemaal te vermijden tenzij windturbines op afstanden van minimaal 15 x de rotordiameter van elkaar worden geplaatst hetgeen, naast een enorme nood aan ruimte, de kosten bv. voor de kabels de hoogte zou injagen. Anderzijds is het zo dat de windmolenparken niet in de hoofdwindrichting achter elkaar gelegen zijn. De overheersende windrichtingen zijn ZW en NNO, waardoor het negatief effect van het ene windmolenpark op het andere beperkt is. Er worden geen effecten verwacht op de andere Belgische offshore windparken gezien de ruime afstand van het Rentel windpark tot de zones van Norther en Belwind. Bij een eventuele uitbreiding van het concessiegebied in de richting van het Nederlands deel van de Noordzee moet men er rekening mee houden dat de veiligheidszone zoals gedefinieerd in het KB veiligheidszone volledig binnen de grenzen van het BDNZ valt.

14.2.7 Militair gebruik

In de westelijke hoek van het concessiegebied van Rentel ligt een zone voor schietoefeningen op drijvende doelen. Gezien de ligging van het Rentel concessiegebied tussen het operationele Belwind windmolenpark en het volledig vergunde Northwind windmolenpark en de inspraak van Defensie tijdens de concessieprocedure is het duidelijk dat er binnen deze zone geen militaire oefeningen meer worden gehouden. Er worden dan ook geen significante effecten verwacht van het windmolenpark op het militair gebruik van het BDNZ.

14.2.8 Gaspijpleidingen en Telecommunicatiekabels

Het concessiegebied van Rentel wordt enkel gekruist door de telecommunicatiekabel Rembrandt 2. Zoals beschreven in het MER (IMDC, 2012) zal bij de lay-out van het park rekening gehouden worden met een vereiste veiligheidsafstand ten opzichte van deze inactieve telecommunicatiekabel van 50 m. Er bevindt zich geen gaspijpleiding in het Rentel concessiegebied. Voor de eventuele gebeurlijke kruisingen van de gaspijpleidingen en telecommunicatiekabels met de exportkabel zal Rentel een 'proximity agreement'

afsluiten met de eigenaars/exploitanten (KB 12/03/2002). Er worden geen significante effecten verwacht van het windmolenpark op de bestaande gaspijpleidingen en telecommunicatiekabels.

14.2.9 Toerisme en Recreatie

De realisatie van het Rentel windmolenpark omvat het afsluiten van het concessiegebied voor de scheepvaart, inclusief de pleziervaart (KB Veiligheidszone – zie hoofdstuk 8)

De mogelijke effecten van het windmolenpark op het toerisme aan de kust worden besproken in het hoofdstuk Zeezicht.

14.2.10 Wetenschappelijk Onderzoek en Oceanologische Waarnemingen

Ondanks een beperkte kustlijn en de geringe omvang van de Belgische mariene wateren zijn er vandaag in België meer dan 1000 wetenschappers actief in de mariene wetenschappen (Vanagt *et al.*, 2011). Met de Belgica en de Simon Stevin beschikt België over oceanografische onderzoeksschepen die de wetenschappers in staat stellen om kwalitatief hoogstaand onderzoek uit te voeren. Dit heeft tot gevolg dat het BDNZ één van de meest intensief bestudeerde mariene gebieden ter wereld is. Ook de ontwikkeling van de windmolenparken draagt op verschillende manieren bij tot het wetenschappelijke onderzoek en de oceanologische waarnemingen. Enerzijds worden de milieueffecten van deze parken gemonitord (deels door de exploitant, deels door de overheid). Anderzijds dienen de concessiehouders een aantal parameters te meten in hun park en deze over te maken aan de overheid. Al deze gegevens worden opgenomen en verspreid, al dan niet na een embargo-periode, via het Belgian Marine Data Centre (<http://www.mumm.ac.be/datacentre/>) en via openbare jaarlijkse monitoringsverslagen. Tot slot bestaat er de mogelijkheid tot gemeenschappelijk onderzoek tussen de offshore windindustrie en Belgische Universiteiten of andere wetenschappelijke instellingen.

De vergunningshouder dient, mits goedkeuring door het Begeleidingscomité en naleving van veiligheidsvoorwaarden die door het Begeleidingscomité worden voorgesteld, wetenschappelijk onderzoek kosteloos toe te laten binnen de concessiezone. De BMM behoudt het recht om monitoring en wetenschappelijk onderzoek uit te voeren binnen het concessiegebied en op de structuren, op voorwaarde dat de veiligheid wordt gerespecteerd en dat de houder hiervan voorafgaandelijk in kennis is gebracht.

Op basis van bovenstaande argumenten kan men stellen dat de aanwezigheid van een offshore windmolenpark een aantal opportuniteiten biedt voor wetenschappelijk onderzoek en oceanologische waarnemingen, maar dat er ook een aantal beperkingen zijn bv. tijdens de constructiefase.

14.3 Besluit

14.3.1 Aanvaardbaarheid

De verwachte effecten van de constructie en exploitatie van het windpark Rentel op andere menselijke

activiteiten (bv. uitsluiten visserij en maricultuur) situeren zich hoofdzakelijk binnen de zone voorbehouden voor de productie van elektriciteit uit water, stromen of winden (KB 17/05/2004, gewijzigd bij KB 03/02/2011). Aangezien we kunnen aannemen dat deze productie van elektriciteit uit water, stromen of winden voorrang geniet op andere activiteiten die kunnen plaatsvinden binnen deze zone zijn de risico's op effecten van de constructie en exploitatie van het windpark Rentel aanvaardbaar mits het naleven van de onderstaande voorwaarden, tenminste voor wat betreft de andere menselijke activiteiten op het BDNZ.

14.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen

14.3.2.1 Voorwaarden

De verlichting van de turbines en het Offshore Transformator Station (OTS) ten behoeve van de scheep- en luchtvaart zullen de voorwaarden volgen zoals opgegeven door de bevoegde instanties. Deze dienen te voldoen aan de internationaal bestaande richtlijnen zoals IALA (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities - scheepvaart) en ICAO (International Civil Aviation Organization - luchtvaart) en de Belgische richtlijnen betreffende de bebakening van hindernissen zoals beschreven in de circulaire CIR-GDF03 van 12/06/06 (FOD Mobiliteit en Vervoer). Problemen aan de verlichting worden onverwijld gemeld aan de BMM en de Nautische Dienstchef scheepvaartbegeleiding en dienen zo snel mogelijk in orde gebracht te worden.

Er moeten misthoorns, die automatisch in werking treden bij een meteorologische zichtbaarheid van minder dan 2 zeemijl, geplaatst worden op de hoekturbines.

De concessiehouder moet rekening houden met de veiligheidszone zoals gedefinieerd in het KB veiligheidszone. Deze 500 m start ter hoogte van de uiterste tip van de wieken van de turbines en zal in geen geval de grens met de Nederlandse maritieme wateren overschrijden.

De vergunningsaanvrager dient, mits goedkeuring door het Begeleidingscomité en naleving van veiligheidsvoorwaarden die door het Begeleidingscomité worden voorgesteld, wetenschappelijk onderzoek kosteloos toe te laten binnen de concessiezone. De BMM behoudt het recht om monitoring en wetenschappelijk onderzoek uit te voeren binnen het concessiegebied en op de structuren, op voorwaarde dat de veiligheid wordt gerespecteerd en dat de vergunningshouder hiervan voorafgaandelijk in kennis is gebracht.

Indien de vergunningshouder zijn concessie wenst uit te breiden in de richting van het Northwind en C-Power windmolenpark, dan kan dit enkel na het betekenen aan het begeleidingscomité van een memorandum of understanding hieromtrent. Er dient hierbij echter steeds een minimale veiligheidszone van 500 m behouden te blijven t.o.v. de hierboven vermelde parken conform het koninklijk besluit van 11 april 2012 tot instelling van een veiligheidszone rond de kunstmatige eilanden, installaties en inrichtingen voor de opwekking van energie uit het water, de stromen en de winden in de zeegebieden onder Belgische rechtsbevoegdheid.

Bijkomende voorwaarden met betrekking tot de effecten op visserij en scheepvaart worden elders opgelijst.

14.3.2.2 Aanbevelingen

De BMM vraagt aan de vergunningsaanvrager om te streven naar een optimaal gebruik van de zone, waarbij naast een maximale energieopbrengst ook andere gebruiksfuncties in overweging genomen worden.

14.4 Monitoring

De BMM vraagt geen monitoring voor dit onderdeel.

15. Zeezicht

- De berekende zichthoeken overschrijden de in het verleden opgestelde norm van 20° niet.
- De cumulatieve zichthoek van de hele windmolenzone blijft onder de in het verleden vooropgestelde 36° voor Blankenberge (BE) en Westkapelle (NL), de kustgemeenten met de grootste zichthoeken.
- De turbines voorzien in het Rentel project komen op 31 km van de Belgische kust en zullen tot maximaal 189 m hoog boven zeespiegel komen
- Het zicht bedraagt jaarlijks maar in 10% van de tijd meer dan 20 km en slechts in 1% van de tijd meer dan 30km. Verder zullen mist, heiligheid, neerslag, andere atmosferische condities en de aanwezigheid van de meer nabijgelegen turbines van het C-Power en Norther project de zichtbaarheid van de Rentel turbines verder verminderen.
- De verlichting zal mede door de hoek waaronder ze schijnen, de afstand tot de kust en de hoogte van de waarnemer (meestal < 10m), slechts in zeldzame gevallen zichtbaar zijn.
- Het Rentel project is voor wat betreft de effecten op zeezicht aanvaardbaar voor zowel de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen, mits het naleven een aantal voorwaarden.

15.1 Inleiding

Bij het bepalen van de invloed van het Rentel project op het zeezicht dient rekening gehouden te worden zowel met de reeds gebouwde windturbines als met de andere, reeds vergunde projecten die het zeezicht zullen beïnvloeden. Zo zijn er op het ogenblik van schrijven 36 windturbines (5 en 6 MW, hoogte ~155 m) van het C-Power project op de Thorntonbank, gelegen net voor het Rentel project, volledig gebouwd en 18 jacketstructuren wachten op de plaatsing van de mast en gondel/wieken. Van het Belwind project dat verder in zee gelegen is (~40 km afstand van de kust), is de eerste fase gefinaliseerd en zijn 55 windturbines (3 MW, hoogte ~100 m) geplaatst. De projecten Northwind en Norther zijn nog in de planningfase, maar werden reeds vergund. Het Northwind project bevindt zich op de Lodewijkbank en voorziet 72 turbines van 3MW. Het Norther project bevindt zich in de zone die zich het dichtst bij land bevindt en voorziet 47-100 turbines van 3 tot 10 MW. Het Rentel project ligt op minimum 31 km voor de kust en ten noordwesten van de reeds gebouwde windturbines van C-Power. Het Rentel park zal zowel vanuit de gemeenten ten oosten als ten westen van de haven van Zeebrugge (bij benadering) achter de parken van C-Power en Norther liggen (zowel in afstand als in zicht). De windturbines voorzien in het Rentel project variëren van 4 MW (hoogte ~158 m) tot 10 MW (hoogte ~175m; tabel 15.1). Tabel 15.1 geeft een overzicht van de verschillende mogelijke configuraties voor het Rentel project. De C-Power windturbines (5 en 6,15 MW) zijn nu reeds bij zonnige, niet heilige weersomstandigheden goed zichtbaar vanuit Zeebrugge en Blankenberge. Deze reeds aanwezige windturbines schermen een groot deel van het zicht op de Rentel concessie af.

Tabel 15.1 Overzicht van de verschillende mogelijke configuraties voor het Rentel project met verwachte afmetingen van de turbines

Configuratie	Aantal turbines	Rotor diameter	Individueel vermogen	Naafhoogte (boven LAT)	Hoogste rotorpunt	Laagste rotorpunt
Basisconfiguratie	47	126 m	6,15 MW	95 m	158 m	32 m
Configuratie 1	78	120-130 m	4-6,5 MW	95 m	158 m	32 m
Configuratie 2	60	140-165 m	6,5-7,5MW	107 m	189 m	25 m
Configuratie 3	55	150-160 m	7,5-10 MW	100 m	175 m	25 m

In de zomerperiode van 2009 (juni-september) werd een enquête uitgevoerd aan de kust die deel uitmaakte van een socio-landschappelijke studie m.b.t. de windmolenparken (Grontmij Vlaanderen 2010). Doordat op het ogenblik van de uitvoering van de enquête de eerste 6 windturbines van het C-Power project op Thorntonbank reeds geplaatst waren, kon in de vragenlijst gepolst worden naar het reële zicht van de bestaande turbines en het simulatiebeeld van deze turbines. Tijdens de ondervraging bleek dat de windmolens het best zichtbaar waren in zonnige omstandigheden, maar ook in bewolkte omstandigheden zonder neerslag waren ze nog te zien. In neerslagsituaties bleken de windmolens niet zichtbaar voor de respondenten. De bevroegden in Blankenberge en De Haan konden de windturbines het beste zien staan: dit zijn locaties die eerder “schuin” op de rij van 6 aankijken. Dit betekent dat op deze locaties een iets groter aandeel van de horizon wordt ingenomen door de 6 windturbines in vergelijking met de locaties in Zeebrugge, Heist of Knokke: waar de afstand tot de turbines korter is, maar de hoek scherper.

Gevraagd naar de aanvaardbaarheid van het reële zicht van de C-Power windturbines en het gesimuleerde zicht werden gelijkaardige antwoorden verkregen. Ongeveer 95% van de ondervraagden vonden het zicht op de 6 windturbines (zeer) aanvaardbaar. Er werden eveneens simulaties getoond van de toen 3 reeds vergunde parken (C-Power, Belwind en Northwind) samen, waar een meerderheid van 78% het (simulatie)zicht aanvaardbaar vindt. Voor de worst case simulatie waarbij de volledige windmolenzone met windturbines gevuld is, wordt nog een aanvaardbaarheid van 62% gehaald.

De studie besluit dat de factor die de belevingswaarde van de zee beïnvloedt, de graad van zichtbaarheid van de turbines is: de afstand in zee, de oriëntatie ten opzichte van badplaatsen (hoek t.o.v. badplaats) en het aantal zichtbare turbines. Met andere woorden, de procentuele inname van de horizon is van groot belang bij de aanvaarding en de beleving van windturbines op zee (Grontmij Vlaanderen 2010). In de zomer volgend op de constructie van de eerste windmolens in het Norther windmolenpark wordt een opvolgstudie gepland. Op dat moment zal ook het C-Power windmolenpark volledig afgewerkt zijn. Deze opvolgstudie dient vnl. de mensen te bevragen over het reële zicht op de windturbines, de invloed die de windmolenparken hebben op hun waardering van het zeezicht en te peilen naar eventuele economische gevolgen voor het kusttoerisme. Ook de aanvaardbaarheid van het worst case scenario waarbij de volledige windmolenzone volgebouwd zal zijn, dient verder onderzocht te worden met behulp van nieuwe simulaties gebruik makend van het reële zicht en dit vooral in de kustgemeenten met de grootste zichthoeven (o.a. Blankenberge en Westkapelle).

15.2 *Te verwachten effecten*

15.2.1 Constructiefase

In de buurt van de havens zal door de bouw- en onderhoudswerkzaamheden een verhoogde scheepvaartactiviteit waarneembaar zijn. Het publiek tijdens de werkzaamheden juist informeren (d.m.v. bijvoorbeeld borden op de dijk) heeft bij het project op de Thorntonbank zijn nut bewezen.

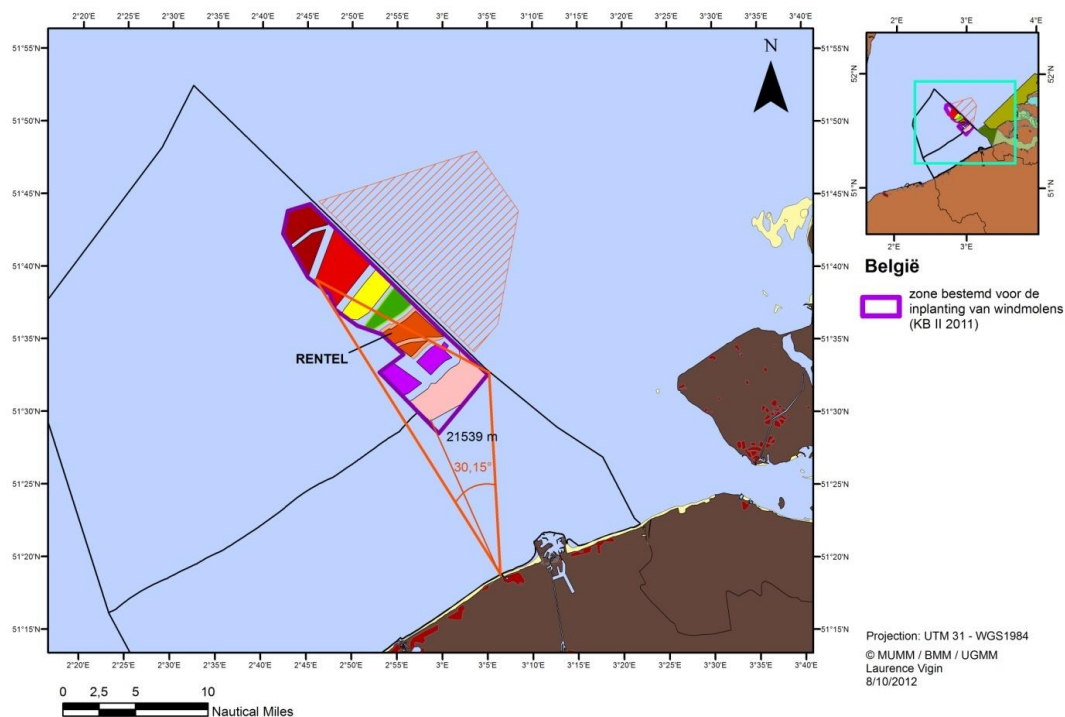
15.2.2 Exploitatiefase

15.2.2.1. Zichthoeken

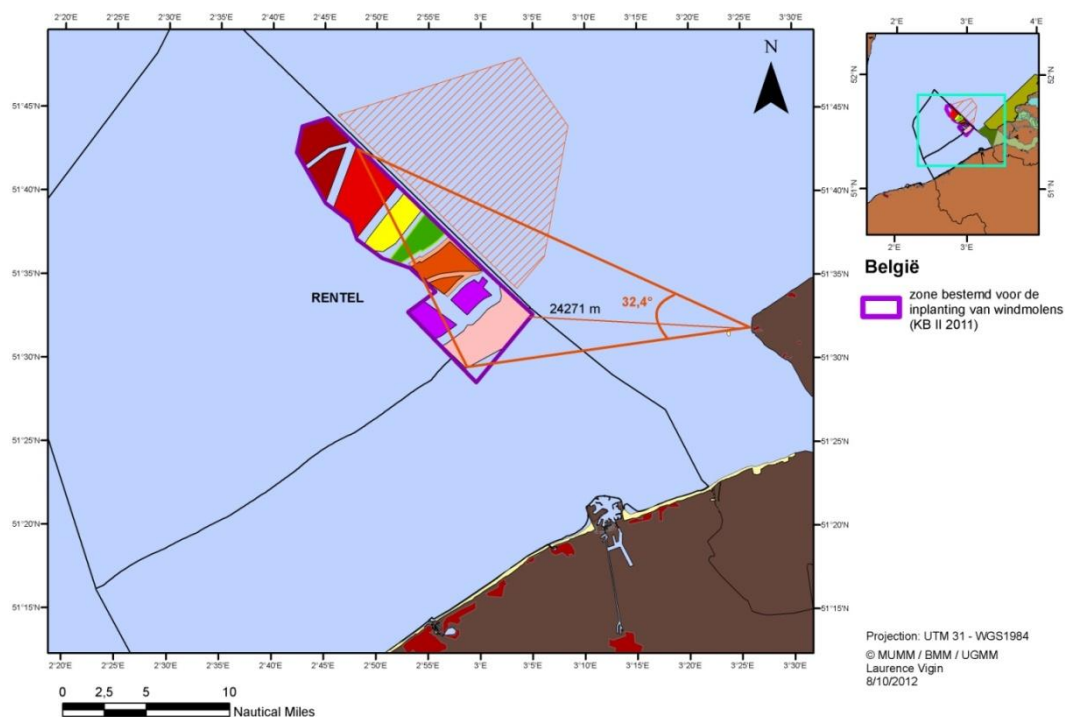
In de eerste studies i.v.m. met landschappelijke aspecten van windmolenparken (Vlakte van de Raan en Wenduinebank), uitgevoerd door de BMM, werden bepaalde normen voor zichthoeken uitgewerkt, specifiek toepasbaar voor projecten in de territoriale zee. Samengevat werd redelijkerwijze een horizonbezettingsgraad van maximaal 1/9 (horizon = 180° zicht) en dus 20° vooropgesteld voor één park en 1/5 (zijnde 36°) cumulatief (BMM, 2004). Omdat de grootste visuele vervuiling bekomen wordt op die locaties waar een grote zichthoek overeenkomt met een kleine afstand tot het park werd voor deze laatste 20 km als kritische afstand vooropgesteld.

Het Rentel windmolenpark ligt op 31 km van de kust en wordt in alle richtingen (gezien vanaf de Belgische kust) afgeschermd door het reeds gebouwde C-Power windmolenpark en het toekomstige Norther windmolenpark. Het berekenen van de zichthoeken voor het Rentel park op zich geeft in deze situatie geen meerwaarde.

De cumulatieve zichthoeken van het Rentel project in combinatie met de reeds vergunde windmolenparken vanuit Blankenberge en Westkapelle worden hieronder berekend. Voor deze berekening worden de verste uithoeken van de verschillende reeds vergunde projecten als hoekpunten genomen. De cumulatieve zichthoek bedraagt 30,2° voor Blankenberge en 32,4° voor Westkapelle. De zichthoek voor zowel Blankenberge als Westkapelle blijft dus onder de in het verleden vooropgestelde 36°.



Figuur 15.3 Cumulatieve zichthoek op de reeds vergunde parken in de Belgische windmolenzone vanuit Blankenberge met aanduiding van de minimale afstand tot de kust. Arcering: de Nederlandse Borssele windmolenzone.



Figuur 15.4 Cumulatieve zichthoek op de reeds vergunde parken in de Belgische windmolenzone vanuit Westkapelle (NL) met aanduiding van de minimale afstand tot de Nederlandse kust. Arcering: de Nederlandse Borssele windmolenzone.

15.2.2.2 Type turbines

Naast de zichthoeken en afstanden is het type windturbine dat uiteindelijk zal geplaatst worden eveneens van belang. De turbines uit het kleinere segment zullen een compact zicht geven (veel kleine turbines dicht bij elkaar in het zichtveld), de grootste turbines (7-10MW) geven een meer open zicht (weinig grotere turbines met grotere tussenafstand). Dit effect zal grotendeels geneutraliseerd worden door de turbines van het Norther en C-power project die het zicht vanuit de kust op het Rentel project belemmeren.

15.2.2.3 Zichtbaarheid en verlichting

De windturbines zullen uitgerust worden met lichten ten behoeve van de scheep- en/of luchtvaart. Op basis van de MacMillan Reeds Nautical Almanac (<http://www.reedsnauticalalmanac.co.uk/>) kan worden afgeleid dat een licht geplaatst op 95m (4 – 6,5 MW) respectievelijk 107m (6,5 - 10MW) hoogte op de top van de gondel, door een waarnemer aan de kust op 10 m hoogte, theoretisch tot respectievelijk 26,9 NM (zijnde +/-54 km) en meer dan 26,9 NM (zijnde +/- 54 km) kan worden waargenomen. Gezien het park zich op 31 km uit de kust zal bevinden, zullen de lichten van de turbines binnen de grenzen van het zichtbare vallen. Hoe groter de turbines, hoe zichtbaarder de verlichting van op land zal zijn. Voor een waarnemer die zich lager bevindt, worden kleinere afstanden gevonden. De afstand tot de Zeeuwse kust bedraagt 24 km en zijn de lichten theoretisch zichtbaar aan de kust. Echter, uit de waarnemingen voor de reeds gebouwd windturbines van C-Power kan besloten worden dat de verlichting mede door de hoek waaronder ze schijnen, de afstand tot de kust en de hoogte van de waarnemer (meestal < 10m), slechts in zeldzame gevallen zichtbaar zal zijn. De Rentel lichten zullen 1 geheel vormen met de lichten van de windmolenparken die voor het Rentelpark liggen.

In Grontmij (2010) wordt vermeld dat het zicht jaarlijks maar in 10% van de tijd meer dan 20 km en slechts in 1% van de tijd meer dan 30km bedraagt. Verder zullen mist, heigheid, neerslag en andere atmosferische condities de zichtbaarheid van de turbines verder verminderen.

Het scheidend en oplossend vermogen van het menselijk oog in rekening gebracht te worden. Dit bedraagt maximaal 1 boogminuut. Op 30 km afstand kan het menselijk oog objecten onderscheiden die breder zijn dan 8.75m. Theoretisch gezien zullen dus voornamelijk de grootste turbines die het dichtst bij de kust gesitueerd zijn (configuratie 2), het beste te onderscheiden zijn.

15.2.3 Ontmantelingsfase

In de buurt van de havens zal, net als tijdens de constructiefase, een verhoogde scheepvaartactiviteit waarneembaar zijn door de bouwwerkzaamheden.

15.3 Besluit

15.3.1 Aanvaardbaarheid

Uit bovenstaande wordt besloten dat de windmolens van dit project deels zichtbaar zullen zijn aan de kust bij zeer goede weersomstandigheden (~1% van de tijd). De turbines van het Rentel project zullen

daarenboven hoogstwaarschijnlijk opgaan in het totaalbeeld met de windmolens van de ervoor gelegen parken. Er zal dus eerder een “verdichting” zichtbaar zijn in het geheel van de parken, eerder dan dat het Rentel park afzonderlijk zou onderscheiden worden door de eventueel grotere afmetingen van de windmolens. Het project is aanvaardbaar voor de discipline zeezicht en dit zowel voor de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen.

15.3.2 Voorwaarden en Aanbevelingen

15.3.2.1 Voorwaarden

De aanvrager dient op regelmatige basis het park te onderhouden. Dit houdt onder meer in het verfrissen van de verflaag, het verwijderen van roestpunten, enz...

Een combinatie van verschillende grootteordes van turbines wordt omwille van de uniformiteit niet toegelaten.

15.3.2.2 Aanbevelingen

Er worden geen aanbevelingen gegeven.

15.4 Monitoring

In 2009 werd een socio-landschappelijk onderzoek uitgevoerd op basis van simulaties¹⁴ op het moment dat enkel de zes eerste turbines van C-Power geïnstalleerd waren. In de zomer volgend op de constructie van de eerste windmolens in het Norther windmolenpark wordt een opvolgstudie voorzien. Op dat moment zal ook het C-Power windmolenpark volledig afgewerkt zijn. Deze opvolgstudie dient vnl. de mensen te bevragen over het reële zicht op de windturbines, de invloed die de windmolenparken hebben op hun waardering van het zeezicht en te peilen naar eventuele economische gevolgen voor het kusttoerisme. Ook de aanvaardbaarheid van het worst case scenario waarbij de volledige windmolenzone volgebouwd zal zijn, dient verder onderzocht te worden met behulp van nieuwe simulaties gebruik makend van het reële zicht en dit vooral in de kustgemeenten met de grootste zichthoeken (oa. Blankenberge en Westkapelle). Analooq aan de eerste uitgevoerde studie zullen de kosten voor de opvolgstudie gedeeld worden tussen Norther en de windmolenparken die vergund worden na Norther. Deze studie dient uitgevoerd te worden door de vergunningshouders. Voorafgaand aan de studie dient de methodiek ter goedkeuring voorgelegd te worden aan de BMM. Van deze studie zal een rapport worden opgesteld dat naast de doelstellingen en de methodiek de verwerkte gegevens voorstelt en bespreekt. Dit rapport wordt uiterlijk 4 maanden na het aflopen van de studie bij de BMM ingediend en zal door de onderzoekers aan de medewerkers van de BMM op een vergadering voorgesteld worden. Van de onderzoekers wordt een actieve deelname verwacht aan eventuele workshops over de monitoring van het windmolenpark, ingericht door de BMM

¹⁴In deze simulaties werden de windturbines van C-Power met gravitaire fundering werden afgebeeld. Enkel de eerste 6 windturbines hebben dit type fundering, de overige windturbines zullen een gele jacketstructuur hebben, wat het totaalbeeld kan beïnvloeden.

16. Cultureel erfgoed

- Er bevinden zich twee gekende scheepswrakken ter hoogte van het concessiegebied van Rentel.
- Op basis van de huidige kennis is het onmogelijk in te schatten wat de precieze invloed zal zijn van het project op verdronken paleolandschappen en eventueel aanwezige archeologische resten en fossiele zoogdierresten.
- Voor de start van de bouwfase wordt een side scan sonar survey en een gedetailleerde multibeam uitgevoerd over het gebied en over de kabeltracés zodat, indien nodig, de activiteit zodanig aangepast kan worden dat er geen invloed is van de werkzaamheden op het cultureel erfgoed.
- Het Rentel project is voor wat betreft de effecten op cultureel erfgoed aanvaardbaar voor zowel de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen, mits het naleven een aantal voorwaarden.

16.1 Inleiding

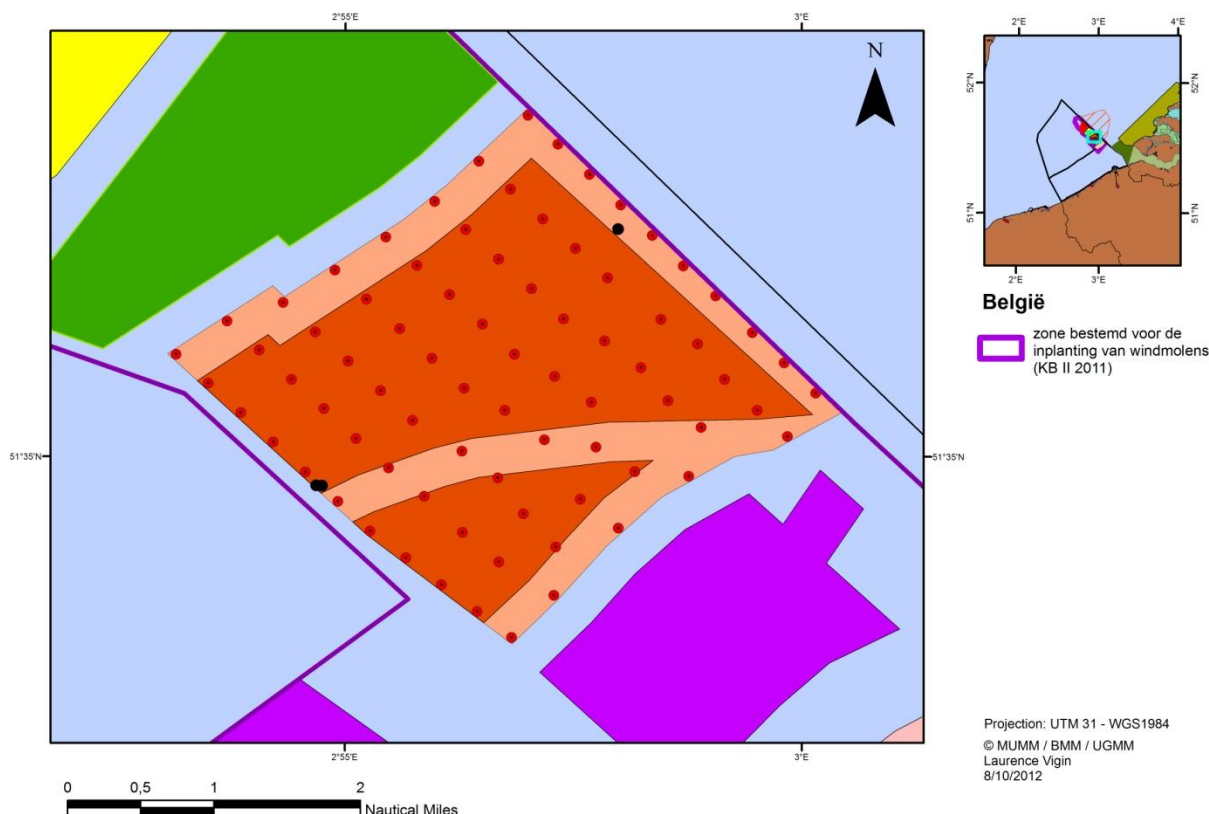
Op basis van de inventarisatie van de wrakken uitgevoerd in het kader van het GAUFRE-project (Maes *et al.*, 2005) en van drie online databanken (<http://www.vlaamsehydrografie.be/wrakkendatabank.htm>, <http://www.wrecksite.eu> en <http://www.maritieme-archeologie.be>) werd er bepaald dat er in de concessiezone van Rentel twee scheepswrakken gekend zijn (Figuur 16.1). Deze worden als maritiem erfgoed beschouwd. Het valt te verwachten dat er naast geregistreerde, ook een aantal niet-geregistreerde wrakken aanwezig zijn op de zeebodem.

Verdronken paleolandschappen vormen een ander onderdeel van het cultureel erfgoed. Deze omvatten bv. resten van de middeleeuwse eilanden oa. Wulpen, Koezand en Waterdunen gelegen ter hoogte van de huidige Vlakte van de Raan (Pieters *et al.*, 2010; Mathys, 2009). Daarnaast vermeldt de MER studie ook de mogelijke aanwezigheid van fossiele zoogdierresten en archeologische resten (IMDC, 2012).

16.2 Te verwachten effecten

16.2.1 Invloed op de scheepswrakken

Op Figuur 16.1 is te zien dat beide scheepswrakken zich aan de rand van het concessiegebied van het Rentel windmolenpark bevinden. In het MER Rentel wordt reeds gesteld dat men deze wrakken dient te vermijden bij de aanleg van de funderingen en de erosiebescherming teneinde het cultureel erfgoed niet te beschadigen. Een side scan sonar survey en een gedetailleerde multibeam survey uitgevoerd over het concessiegebied moet toelaten eventuele niet-geregistreerde wrakken op te sporen en de werken zo te plannen dat er geen schade wordt berokkend aan de scheepswrakken.



Figuur 16.1: Concessiezone Rentel inclusief voorgestelde uitbreiding (oranje – inplanting turbines volgens scenario 1) en locatie van de twee gekende scheepswrakken (zwarte cirkels)

16.2.2 Invloed op paleolandschappen

Het onderzoek naar paleolandschappen is relatief nieuw en een systematisch overzicht van de gekende paleolandschappen is op dit moment nog niet beschikbaar. Het potentieel voor paleo-landschappen is in het Rentel concessiegebied groter dan op de Thorntonbank (pers. comm Ine Demerre). Rondom de Thorntonbank en in het Deepwater Channel (gelegen aan de noordrand van het BDNZ) zijn fossiele zoogdierresten teruggevonden (pers. comm. Inge Zeebroek in IMDC, 2012). Archeologische resten zijn daarentegen voornamelijk geconcentreerd in kustnabije zones. Op basis van de huidige kennis is het onmogelijk in te schatten wat de precieze invloed zal zijn van het project op verdronken paleolandschappen en eventueel aanwezige archeologische resten en fossiele zoogdierresten. Vanaf 2013 loopt er een 4 jaar durend SBO project dat op zoek gaat naar methoden om op een snelle efficiënte manier het erfgoedpotentieel te onderzoeken in gevoelige gebieden en dit in functie van beheersadvies (zie ook: <http://www.archeo-noordzee.ugent.be/>).

16.3 Besluit

16.3.1 Aanvaardbaarheid

Het valt niet te verwachten dat de bouw en exploitatie van het Rentel windmolenpark een negatieve invloed zullen hebben op het cultureel erfgoed mits inachtnaam van volgende onderstaande voorwaarden.

16.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen

16.3.2.1 Voorwaarden

De houder moet voor de bouw een side-scan sonar en multibeam survey (of minstens gelijkwaardige technieken) over het gebied uitvoeren. Anomalieën met archeologisch potentieel moeten door minstens 2 side-scan lijnen in beeld gebracht worden, overlans en dwars door de centrale as van de anomalie. De BMM moet uitgenodigd worden om aanwezig te kunnen zijn tijdens deze survey. Na afloop van deze survey dienen de resultaten aan de BMM en het Agentschap Onroerend Erfgoed gerapporteerd te worden met vermelding van de verschillende aangetroffen objecten die nader onderzocht dienen te worden en de stappen die zullen genomen worden om eventuele beschadigingen van het maritiem erfgoed te vermijden.

Indien nodig moeten de kabeltracés op basis van de resultaten van de survey gewijzigd worden opdat de wrakken niet beschadigd raken.

Alle obstakels die op de zeebodem gevonden worden, moeten geplot worden. Na de constructie dient over dezelfde tracks een survey te gebeuren (rekening houdend met veiligheid en werkingslimieten), en ieder nieuw obstakel veroorzaakt door de houder moet op zijn kosten verwijderd worden.

Indien een obstakel (niet veroorzaakt door de houder) wordt aangetroffen en verwijderd dient te worden, moeten de BMM en de bevoegde autoriteiten (o.a. Agentschap Onroerend Erfgoed¹⁵) worden ingelicht alvorens over te gaan tot de verwijdering. Bij de beoordeling van een dergelijk obstakel zal rekening worden gehouden met de mogelijke aanwezigheid van materiële goederen of cultureel erfgoed.

Na het leggen van de parkkabels zal de vergunninghouder de werkelijke tracés digitaal (shapefile) en op kaart van 1/50.000 aan de BMM overmaken.

Indien tijdens de werken archeologische resten en/of fossiele zoogdierresten worden aangetroffen, moeten de BMM en de bevoegde autoriteiten (o.a. Agentschap Onroerend Erfgoed) worden ingelicht en worden deze resten overgedragen aan het Agentschap Onroerend Erfgoed (als het archeologische resten betreft) of het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (als het fossiele zoogdierresten betreft).

¹⁵ op basis van het samenwerkingsakkoord van 2004 tussen het Vlaams Gewest en de federale overheid houdende het maritieme erfgoed

16.3.2.2 Aanbevelingen

Het is aangewezen dat, indien mogelijk, de verschillende concessiehouders samenwerken om de elektriciteit aan wal te brengen. Op deze manier zullen er minder kabels nodig zijn, wat toelaat om een kleiner deel van de zeebodem en het er mee verbonden maritiem erfgoed te verstoren.

Er wordt aanbevolen dat de houder naast een side-scan sonar en multibeam survey van het concessiegebied ook een magnetometrie survey uitvoert met Cesium magnetometer (of equivalent) die toelaat om anomalieën te detecteren van minstens 5 nT (nano Tesla). Dat hierbij bijkomende lijnen gevaren worden over gebieden/anomalieën met archaeologisch potentieel (lijnsparatie 15m, aanbevolen towfish hoogte 6m boven de zeebodem). Eventueel geïdentificeerde anomalieën met archeologisch potentieel dienen indien mogelijk door duikers onderzocht te worden.

Het is aanbevolen dat sub-bottom metingen worden uitgevoerd met een lijnsparatie en resolutie die toelaat om de Kwartaire afzettingen tot de volledige impact-diepte zeer gedetailleerd in kaart te brengen met daarbij specifieke aandacht voor zgn. markers van archeologisch potentieel: veenlagen, fijne afzettingen, en rivierafzettingen. Idealiter dienen de seismische data gecomplementeerd te worden met boringen en/of trilboringen.

Het is aangewezen dat sedimentlagen, gebieden of structuren die worden geïdentificeerd als archeologisch interessant met behulp van boringen, trilboringen, grabsamples of boorstalen verder onderzocht worden.

16.4 Monitoring

De bovenstaande voorwaarden maken verdere monitoring voor dit onderdeel overbodig.

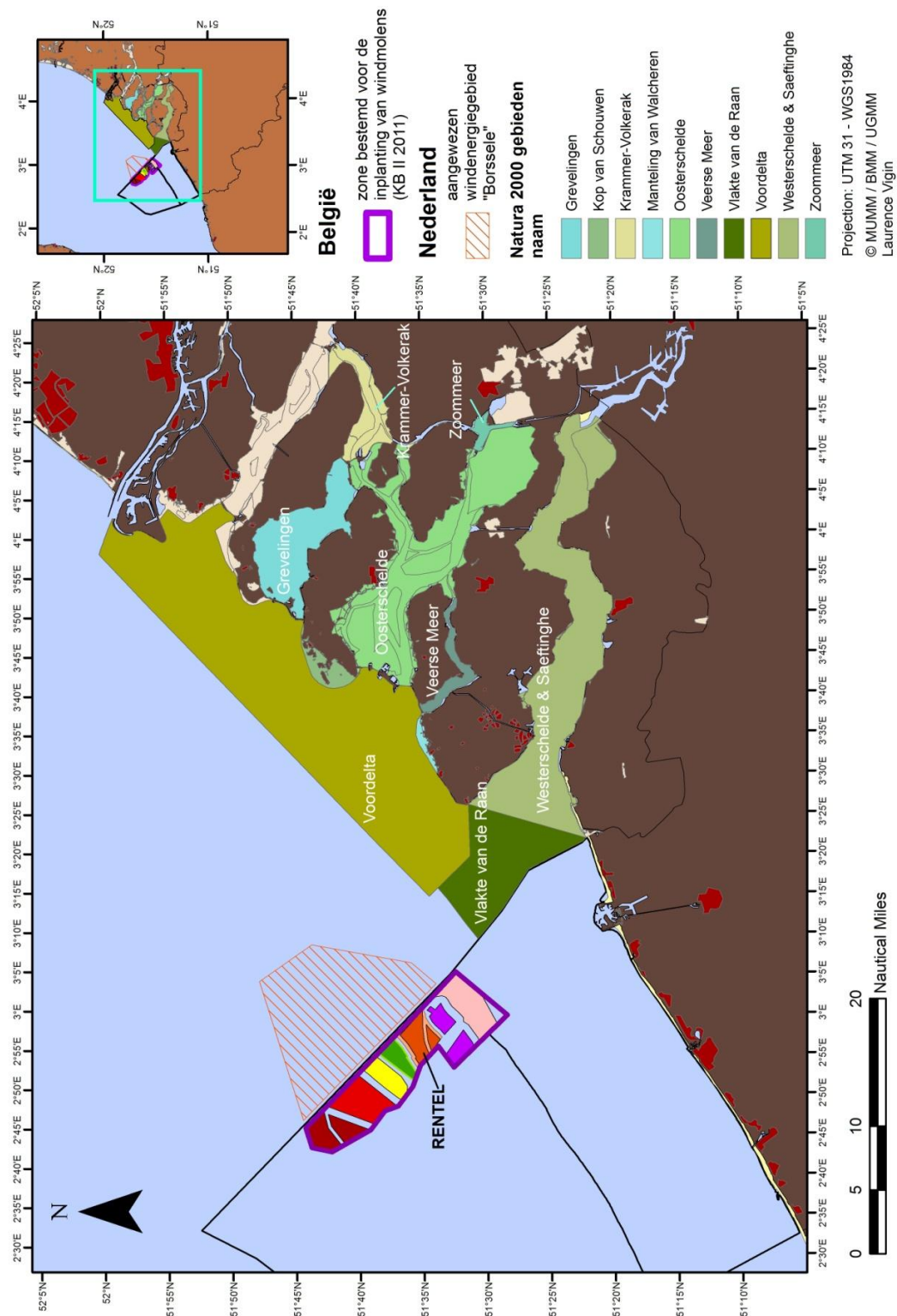
17. Grensoverschrijdende effecten

17.1 Algemeen

De zone voorbehouden voor de productie van elektriciteit uit water, stromen of winden (KB 17/05/2004, gewijzigd bij KB 03/02/2011) in de Belgische zeegebieden bevindt zich langsheen de grens met de Nederlandse zeegebieden. De uitgebreide concessie van Rentel is dan ook gelegen tot op een afstand van ~500 meter van de Nederlandse grens. In het kader van het Verdrag van Espoo werden de grensoverschrijdende milieueffecten van de realisatie van het Rentel windmolenpark onderzocht in deze MEB.

17.2 Effecten in het Nederlands deel van de Noordzee

Gezien de beperkte afstand tot het Nederlands grondgebied kan verwacht worden dat vrijwel alle effecten die tot buiten het Rentel concessiegebied waarneembaar zijn ook zullen optreden in het Nederlands grondgebied. Voor een bespreking van deze effecten wordt verwezen naar de voorgaande hoofdstukken van deze MEB. Hieronder worden specifiek de effecten besproken van de realisatie van het Rentel windmolenpark op de NATURA 2000 gebieden in Nederland. Volgens artikel 6 van de Habitatrichtlijn wordt immers een passende beoordeling vereist voor alle plannen en projecten die mogelijk negatieve gevolgen kunnen hebben voor een beschermd gebied. De milieueffectenbeoordeling gekoppeld aan de bij de KB's van 2003 voorziene vergunningsprocedure voor mariene activiteiten houdt inspraakmogelijkheden in en houdt rekening met de instandhoudingsdoelstellingen voor de NATURA 2000 gebieden. De MEB wordt door de Federale overheid beschouwd als een passende beoordeling die tegemoet komt aan de vereisten van de Habitatrichtlijn, artikel 6. Indien uit de plannen blijkt dat ze schadelijk zijn in het kader van de achtergrond van het aanduiden van de gebieden, dan mogen ze niet doorgaan, tenzij er sprake is van groot openbaar belang. In dat laatste geval dienen compenserende maatregelen te worden genomen in het gebied of in een vergelijkbaar gebied. Een overzicht van de Nederlandse NATURA 2000-gebieden wordt weergegeven in Figuur 17.1 en Tabel 17.1.



Figuur 17.1 Overzicht van de Nederlandse beschermde gebieden binnen de mogelijke beïnvloedingszone van het Rentel windmolenpark. Naast het Rentel windmolenpark worden ook de zes andere Belgische concessies aangeduid, net als het Nederlandse windenergiegebied Borssele (gearceerd).

Tabel 17.1 Overzicht van de behandelde Nederlandse NATURA 2000-gebieden

Gebied	Habitatrichtlijn gebied	Vogelrichtlijn gebied	Bespreking effecten op Zeezoogdieren	Bespreking effecten op Avifauna	Bespreking effecten op Benthos en Vis	Minimum afstand tot het Rentel-projectgebied (in km)
Grevelingen	X	X		X		49
Krammer-Volkerak	X	X		X		80
Oosterschelde	X	X		X		47
Veerse Meer		X		X		43
Vlakte van de Raan	X		X		X	13,3
Voordelta	X	X	X	X	X	16,8
Westerschelde en Saeftinghe	X	X	X	X	X	30
Zoommeer		X		X		80

17.3 Instandhoudingsdoelstellingen

Bij de bespreking van de instandhoudingsdoelstellingen en natuurwaarden zullen enkel de voor dit dossier relevante aspecten behandeld worden. De instandhoudingsdoelstellingen hier weergegeven zijn afkomstig van de gebiedendatabase op <http://www.synbiosys.alterra.nl> (bezoekt in november 2012) en Jak *et al.*, (2009).

In de beoordeling van de effecten op avifauna worden enkel de zeevogels besproken. Het is mogelijk dat migrerende niet-zeevogels via de Rentel site doortrekken, maar momenteel is de rol van dit gebied als migratiecorridor een leemte in de kennis (zie hoofdstuk 12). Verschillende studies tonen aan dat de meeste soorten ontwijkgedrag vertoonden wanneer ze een offshore windmolenpark naderen (Fox *et al.*, 2006; Petersen *et al.*, 2006; Krijgsveld *et al.*, 2010). Maar dit betekent vermoedelijk niet dat de bereikbaarheid van de Nederlandse Natura 2000 gebieden in het gedrang komt door de realisatie van dit project. Het radar-onderzoek besproken in hoofdstuk 12 van deze MEB zal hierover meer informatie aanleveren.

Grevelingen

Het Natura 2000 gebied ‘Grevelingen’ werd aangewezen voor onder meer grote stern *Sterna sandvicensis*, visdief *Sterna hirundo* en dwergstern *Sternula albifrons*, die alledrie zijn opgenomen in de Bijlage I van de Vogelrichtlijn. De instandhoudingsdoelstellingen voor grote stern, visdief en dwergstern zijn ‘behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied als bijdrage aan de draagkracht voor de populatie van het Deltagebied van ten minste 4.000 paren grote stern, 6500 paren visdief en 300 paren dwergstern’. Die populaties zijn gedefinieerd op regionaal niveau vanwege het sterk wisselende voorkomen per gebied en hebben betrekking op de volgende gebieden: Grevelingen, Haringvliet, Krammer-Volkerak, Oosterschelde, Westerschelde & Saeftinghe, en Zoommeer.

Krammer-Volkerak

Krammer-Volkerak is o.a. aangeduid voor visdief, dwergstern en kleine mantelmeeuw *Larus fuscus*. De doelstelling voor kleine mantelmeeuw is het behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied om 810 broedparen te ondersteunen. De gebiedsdoelstelling van Krammer-Volkerak voor kleine

mantelmeeuw sluit aan bij de landelijke doelstelling, die luidt ‘behoud van de omvang en behoud van de kwaliteit van het leefgebied voor behoud van de populatie van 43.000 paren’. De instandhoudingsdoelstellingen voor visdief en dwergstern sluiten aan bij de regionale doelstellingen (zie: ‘Grevelingen’).

Oosterschelde

De Oosterschelde werd aangemeld voor grote stern, visdief, dwergstern en noordse stern *Sterna paradisaea*. De instandhoudingsdoelstellingen voor de eerste drie soorten sluiten aan bij de regionale doelstellingen (zie: ‘Grevelingen’). Voor noordse stern geldt ook dat de omvang en de kwaliteit van het habitat moet behouden blijven zodat een populatie van 20 broedparen ondersteund wordt. De Oosterschelde is verder o.a. ook nog aangemeld voor aalscholver *Phalacrocorax carbo* en kuifduiker *Podiceps auritus*.

Veerse Meer

Het Veerse Meer is onder meer aangeduid voor de broedvogels kleine mantelmeeuw en aalscholvers. De instandhoudingsdoelstellingen voor deze soorten zijn het behoud van de omvang en het behoud van de kwaliteit van het leefgebied als bijdrage aan de draagkracht voor de populatie van het Deltagebied van ten minste 590 en 300 paren, respectievelijk. De doelstelling voor kleine mantelmeeuw sluit aan bij de landelijke doelstelling (zie: ‘Krammer-Volkerak’). De broedkolonie bevindt zich hoofdzakelijk op de Middelplassen en soms op de goudplaat.

Vlakte van de Raan

De Vlakte van de Raan werd in Nederland aangeduid voor het habitatype permanent overstroomde zandbanken (H1110 en H1110B) en voor de volgende soorten: zeeprik *Petromyzon marinus* (H1095), rivierprik *Lampetra fluviatilis* (H1099), fint *Alosa fallax* (H1103), bruinvis *Phocoena phocoena* (H1351), grijze zeehond *Halichoerus grypus* (H1364), gewone zeehond *Phoca vitulina* (H1365)

De instandhoudingsdoelstelling van het habitatype H1110B beoogt een behoud van de kwaliteit en de oppervlakte van dit habitatype. Over de staat van instandhouding van het subtype in de Vlakte van de Raan is nauwelijks iets bekend. Ook heeft de Vlakte van de Raan slechts een beperkte bijdrage aan het landelijk (NL) areaal van dit subtype. Om deze redenen is de doelstelling op behoud gezet.

Voor alle soorten is het instandhoudingsdoel het behoud van de omvang van de soort en de kwaliteit van het leefgebied en uitbreiding van de populatie.

- Voor zeeprik, rivierprik en fint is de Vlakte van de Raan als leefgebied van belang als doortrekgebied. Voor deze soorten zijn in de Vlakte van de Raan geen herstelmaatregelen nodig.
- Het belang van de Vlakte van de Raan voor de bruinvis is op basis van de beperkte gegevens over het voorkomen van de soort niet met zekerheid te stellen. De Vlakte van de Raan maakt deel uit van het grote leefgebied van de bruinvis. Voor zover bekend is het gebied niet van betekenis voor een specifieke functie. Vanwege de sterke verspreiding en mobiliteit van de soort in de gehele Noordzee is generieke bescherming meer geschikt dan bescherming in een specifiek gebied.
- De grijze zeehond en de gewone zeehond hebben de gehele Noordzee als leefgebied. Aangezien droogvallende platen ontbreken in de Vlakte van de Raan, heeft het gebied geen functie als voortplantingsgebied.

Voordelta

De Voordelta werd in Nederland aangeduid voor de volgende natuurlijke habitattypen permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken (H1110), bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten (H1140) en voor de volgende soorten: zeeprik (H1095), rivierprik (H1099), elft *Alosa alosa* (H1102), fint (H1103), grijze zeehond (H1364), gewone zeehond (H1365)

De instandhoudingsdoelstelling voor alle habitattypen beoogt een behoud van de kwaliteit en de oppervlakte van dit habitatype. Voor habitatype 1110B is de Voordelta het belangrijkste gebied voor dit subtype in Nederland met 30% van het landelijk (NL) areaal van dit subtype. Voor habitatype H1140B komt de Voordelta op de tweede plaats met ruim een kwart van de landelijke oppervlakte voor dit subtype.

Voor alle soorten is het instandhoudingsdoel het behoud van de omvang van de soort en het behoud van de kwaliteit van het leefgebied voor uitbreiding van de populatie. Voor de gewone zeehond beoogt het instandhoudingsdoel een verbetering van de kwaliteit van het leefgebied en voor de grijze zeehond is een behoud van de populatie de doelstelling.

- Voor zeeprik, de elft en de fint is de Voordelta van groot belang als leefgebied.
- Voor de rivierprik is de Voordelta van gemiddeld belang als leefgebied
- In de Voordelta heeft men recentelijk een toename van aantallen grijze zeehonden waargenomen. Het is echter onduidelijk of het huidige leefgebied geschikt genoeg is voor een duurzame populatie als er geen immigratie meer zou optreden. Gelet op de recente toename wordt er voorlopig vanuit gegaan dat een behoudsdoelstelling voldoende is.
- De gewone zeehond heeft in het Deltagebied een te laag geboortecijfer waardoor de populatie zich niet in stand kan houden. Er wordt gestreefd naar een populatie van tenminste 200 exemplaren in zuidwest Nederland, waarbij de Voordelta de grootste bijdrage levert. Hiertoe zal in het Voordelta gebied het areaal rustig gebied moeten toenemen waardoor het gebied meer geschikt wordt voor voortplanting.

De Voordelta is aangewezen voor 30 niet broed-vogelsoorten, waaronder de zeevogels roodkeelduiker *Gavia stellata*, kuifduiker, dwergmeeuw *Hydrocoleus minutus*, grote stern en visdief. Voor deze soorten geldt de doelstelling: 'behoud omvang en kwaliteit van het leefgebied en behoud van de populatie'. De Voordelta is voor deze soorten vooral van belang als foerageergebied (voor dwergmeeuw is dit meer specifiek tijdens de trekperiode). De Voordelta heeft voor grote stern en visdief een belangrijke functie als foerageergebied van de broedkolonies in de aangrenzende Natura 2000-gebieden.

Westerschelde en Saeftinghe

Het gebied van de Westerschelde en Saeftinghe aangeduid voor de volgende natuurlijke habitattypen permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken (H1110B), estuaria (H1130), en voor de volgende soorten: zeeprik (H1095), rivierprik (H1099), fint (H1103) en gewone zeehond (H1365).

De instandhoudingsdoelstelling voor het habitatype met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken beoogt een behoud van de kwaliteit en de oppervlakte van dit habitatype. Voor de estuaria is er een verbetering van de kwaliteit voorzien. Als gevolg van menselijke ingrepen is de oppervlakte (hoogdynamisch) diep water in de Westerschelde sterk toegenomen, waarbij de overgangen naar (laagdynamische) ondiepere delen steil zijn geworden. Voor de Westerschelde houdt kwaliteitsverbetering in: herstel van de afwisseling aan diverse deelecosystemen (laagdynamische en hoogdynamische, diepe en ondiepe, zoete en zoute delen en geleidelijke overgangen tussen al deze deelsystemen) met de bijbehorende hoge biodiversiteit. Verhouding tussen deelsystemen/laag productieve en hoog productieve onderdelen). Voor de zeeprik, de rivierprik en de fint is het instandhoudingsdoel het behoud van de omvang van het leefgebied en het behoud van de kwaliteit van het leefgebied en een uitbreiding van de populatie. Voor de gewone zeehond is het instandhoudingsdoel het behoud van de omvang van het leefgebied, verbetering van de kwaliteit van het leefgebied en een uitbreiding van de populatie.

- Voor de fint is het behoud van de verbinding met Schelde en Eems cruciaal ten behoeve van de paaifunctie in België en Duitsland.
- De Westerschelde kan een bijdrage leveren aan de regionale doelstelling van ten minste 200 exemplaren in het Deltagebied voor de gewone zeehond. Door het instellen van rustgebieden kan verstoring worden voorkomen. De kwaliteit van het leefgebied is mede afhankelijk van de ontwikkelingen bovenstrooms van de Nederlandse grens in Vlaanderen.

Westerschelde en Saeftinghe is aangewezen voor diverse soorten broedvogels waaronder grote stern, visdief en dwergstern. Verder is het gebied aangewezen voor 23 andere geregeld voorkomende trekvogels waarvoor het gebied van betekenis is als broed-, rui- en/of overwinteringsgebied en als rustplaatsen tijdens de trek. De instandhoudingsdoelstellingen voor grote stern, visdief en dwergstern sluiten aan bij de regionale doelstellingen (zie 'Grevelingen'). Grote stern heeft als broedvogel zijn grootste concentratie op de Hooge Platen, met in 2009 meer dan 5.400 paren, en het is bekend dat deze soort foerageert in de Vlakte van de Raan en Voordelta.

Zoommeer

Het Zoommeer werd aangemeld voor visdief, waarvoor de instandhoudingsdoelstellingen aansluiten aan bij de regionale doelstellingen (zie 'Grevelingen').

17.4 Zeezoogdieren

17.4.1 Verwachte effecten: Constructiefase

De effecten op zeezoogdieren in de Nederlandse NATURA 2000 gebieden door de constructie van het windpark Rentel zullen gelijkaardig zijn als de algemene effecten beschreven in hoofdstuk 11 van deze MEB. In het bijzonder kan heien een verstoring van zeezoogdieren tot gevolg hebben tot op relatief grote afstand, met inbegrip van de volledige Vlakte van de Raan en een gedeelte van de Voordelta.

Edrén *et al.*, (2004; 2010) constateerden een daling in het aantal zeehonden op ligplaatsen op 4-10 km afstand van een windpark tijdens de constructiefase, op dagen waarin geheid werd; mogelijk gingen de

zeehonden aan land op verder afgelegen zandbanken. Het totaal aantal zeehonden in het gebied bleef echter gelijk gedurende de volledige constructiefase. Tougaard *et al.*, (2006) konden geen belangrijke effecten aantonen op zeehonden bij de constructie van het Horns Rev windpark. Brasseur *et al.*, (2010a, in press; gerefereerd in Lindeboom *et al.*, 2011; Brasseur *et al.*, 2010b,) vermoeden een vermijdingsgedrag van zwemmende zeehonden ten opzichte van een heillocatie tot op tientallen km afstand.

De aantallen zeehonden in de kolonies in de Voordelta en de Westerschelde leken in 2011 niet lager dan de jaren daarvoor, hoewel vanaf 7 april tot bijna de hele maand augustus 2011 funderingen voor een windpark geheid werden op de Thorntonbank, net ten zuiden van het Rentel projectgebied (C-Power fase 2 en 3). De diameter van de geheide palen was relatief beperkt (1,7 m), en de geluidsemmissie onder water tijdens het heien was lager dan vastgesteld bij palen met een grotere diameter (zie hoofdstuk 7). Er werd volgens onze informatie geen hogere sterfte waargenomen onder zeehonden tijdens de heiwerkzaamheden en er werden een aantal pups geboren zowel in de Voordelta als in de Westerschelde. De propagatie van het geluid tot de Westerschelde – Saeftinghe of de Oosterschelde werd niet onderzocht, maar wordt als niet relevant beschouwd, gezien de grote afstand, de mitigerende maatregelen (oa. seizoenaal heiverbod en beperking van brongeluid – zie hoofdstukken 7 en 11) en de beperkte mogelijkheden voor propagatie van geluid ontstaan in het Rentel projectgebied tot deze gebieden. De BMM is niet op de hoogte van gericht onderzoek naar mogelijke effecten op zeehonden in de Westerscheldemonding of in de Voordelta door het heien op de Thorntonbank.

Er wordt vastgesteld dat veel van de zeehonden die zich dicht bij de kust en in de Westerschelde ophouden aan relatief hoge geluidsniveaus blootgesteld worden door scheepvaart; vooral de Westerschelde is een druk bevaren gebied, en het is niet gekend in welke mate de zeehonden die daar verblijven daar hinder van ondervinden. Geluid afkomstig van scheepvaart in het gebied is echter van chronische aard, met mogelijke gewenning, terwijl het geluid van heien ter hoogte van de Thorntonbank, en mogelijk in de toekomst ten noorden ervan, en mogelijk ter hoogte van de Westerscheldemonding nog hoorbaar voor zeehonden, eerder acuut is.

Zoals beschreven hierboven, worden geen acute, fysieke effecten verwacht bij zeezoogdieren, mits het naleven van de voorwaarden (zie hoofdstukken 7 en 11). Door het niet heien tussen januari en april wordt verstoring vermeden in de periode waarin de hoogste densiteiten bruinvissen voorkomen in de kustwateren van de zuidelijke Noordzee. Het is mogelijk dat zeehonden in de kolonies in de Voordelta en de Westerschelde zich tijdens het heien vaker en langer uit het water zullen begeven (cfr. resultaten van onderzoek gerefereerd hierboven). Dit kan tot gevolg hebben dat ze minder lang foerageren. Deze effecten zullen echter beperkt zijn in duur.

17.4.2 Verwachte effecten: Exploitatiefase

De effecten tijdens de exploitatiefase zullen zeer beperkt zijn, gezien de slechts beperkte verhoging van het onderwatergeluid die verwacht wordt, de hoorbaarheid voor zeezoogdieren van draaiende turbines, en de afstand van het Rentel windpark tot de Nederlandse Natura 2000 gebieden.

Als cumulatief effect zal mogelijk een barrière-effect optreden voor migrerende zeezoogdieren; er blijft echter een ruime strook langs de kust waar zeehonden kunnen migreren, en vermoedelijk vermijden zeezoogdieren een park in de operationele fase niet (vb. Scheidat *et al.*, 2011)..

Modellering van de verspreiding en drift van olie die vrijkomt na een scheepsongeval in het Belgische windmolengebied (Dulière en Legrand, 2011) toont aan dat zeezoogdieren in de Vlakte van de Raan en de Voordelta, inclusief de zeehondenkolonies, kunnen getroffen worden bij bepaalde weersomstandigheden. De mogelijke effecten zijn zeer afhankelijk van het jaargetijde (watertemperatuur en aanwezigheid van dieren), de toestand van de zee ('sea state'), het type olie, etc. Daardoor is het moeilijk te voorspellen wat de effecten zullen zijn. In een worst-case scenario kunnen enkele honderden zeehonden, inclusief pups, met olie besmeurd raken. De effecten zijn onder meer hypothermie, vergiftiging door opname van olie of met bepaalde stoffen gecontamineerde voedselorganismen, verminderde mogelijkheden voedsel te zoeken, problemen door inademen van giftige dampen of oliepartikels in de lucht, infecties van ogen of huid, etc. Daar waar volwassen zeehonden, met een dikke speklaag, mogelijk kunnen overleven tot het wisselen van de haren, zijn vooral zeehondenpups gevoelig voor hypothermie. Dergelijke risico's zijn gelijkaardig aan de reeds bestaande risico's door scheepvaart en gezien de relatief beschutte locatie van het Rentel project neemt de kans op uitstroom van bunkerolie en ladingolie in de Belgische Noordzee als gevolg van het risico op aanvaring met een Rentel windturbine maximaal toe met slechts ~0.3% (Marin, 2011a).

17.4.3 Verwachte effecten: Ontmantelingsfase

Waarschijnlijk zullen de grensoverschrijdende effecten die optreden tijdens de ontmantelingsfase gelijkaardig of geringer zijn dan deze in de constructiefase.

17.4.4 Beoordeling

Conflicten met de doelstellingen voor de gewone en grijze zeehond in de Voordelta (Beheerplan Voordelta, RWS, juli 2008) worden niet verwacht. Die doelstellingen houden in dat het gebied geschikt blijft voor zeehonden en de praktische maatregelen om dit te bereiken zijn er vooral op gericht lokale verstoring van zeehonden die rusten en zich voortplanten op de droogvallende platen te vermijden. Zo worden de betreding van platen en het vissen met staand want in de buurt van de platen beperkt.

De mogelijke effecten van de constructie en exploitatie van het Rentel windpark op de bruinvis zijn in de Nederlandse Natura 2000 gebied gelijkaardig als in Belgische wateren, waar de aantallen bruinvissen ook als significant worden beschouwd in het kader van de Habitatrichtlijn (zie Degraer *et al.*, 2009). Ongetwijfeld zal een deel van de bruinvissen die zich in het gebied Vlakte van de Raan bevinden, verstoord worden als er geheid wordt tijdens de constructiefase. De voorwaarden die gesteld worden (zie hoofdstukken 7 en 11), moeten een significante negatieve impact op bruinvissen door de constructie en exploitatie van het windpark voorkomen en moeten vermijden dat het gebied ongeschikt wordt als deel van hun natuurlijke habitat. Er wordt verwacht dat de verstoring tijdelijk zal zijn, en dat een volledig herstel zal optreden.

De effecten op zeezoogdieren in de Natura 2000 gebieden (Nederland) worden als aanvaardbaar geacht, gezien ze tijdelijk en lokaal zullen zijn, gezien de afstand tot de zeehondenkolonies in de Nederlandse Delta, gezien het uitgebreide foerageergebied van zeehonden, gezien het ruime verspreidingsgebied van bruinvissen, en mits het naleven van de voorwaarden (zie hoofdstukken 7 en 11).

17.5 Avifauna

17.5.1 Verwachte effecten: Constructiefase

Tijdens de constructie van een offshore windmolenpark zijn de voornaamste impacts:

- verstoring door de productie van geluid en trillingen ten gevolge van het heien van palen, het kabelleggen en de toegenomen scheepstrafiek;
- een verhoogde turbiditeit in de waterkolom door baggerwerkzaamheden.

De effecten tijdens de constructiefase van windmolenparken in Denemarken bleken soortspecifiek te zijn. Alkachtigen vermeden de zone, terwijl de zilvermeeuw *Larus argentatus* aangetrokken werd door de scheepvaartactiviteit en de mogelijkheid om te rusten op de constructies in aanbouw (Christensen *et al.*, 2003; Petersen *et al.*, 2006). Voor de verstoringgevoelige soorten gaat de constructiefase gepaard met tijdelijk habitatverlies.

Het onderwatergeluid veroorzaakt door heiwerkzaamheden zorgt voor een erg hoge geluidsdruk in de waterkolom. Naast de verstoring van lokale en foeragerende vogels is er mogelijk ook een negatief effect op vislarven. In Nederland werd er aangenomen dat in een straal van 1 km van de heilocatie alle vislarven gedood worden (Prins *et al.*, 2009). Dit is echter een worst case scenario en is waarschijnlijk overschat. Zo werden er geen significante effecten gevonden op de larvale stadia van tong *Solea solea* in een laboratoriumopstelling waar heigeluid werd nagebootst (Bolle *et al.*, 2011). Deze resultaten kunnen niet geëxtrapoleerd worden voor andere soorten maar tonen wel aan dat de modelresultaten van Prins *et al.*, (2009) overschat zijn. Indien heien significant negatief is voor vislarven dan kan dit een verminderd voedselaanbod betekenen voor visetende vogelsoorten na het heien en dus zorgen voor een verminderde kwaliteit van het foerageergebied.

De volumes zand die gebaggerd en teruggestort worden, zijn afhankelijk van de gekozen configuratie en funderingstype. Bij een worst case van 78 GBFs, zal er tot ca. 14.000.000 m³ sediment worden gebaggerd en teruggestort met een verhoogde turbiditeit tot gevolg wat de foerageerefficiëntie van bepaalde kwetsbare soorten tijdelijk negatief kan beïnvloeden. In de Rentel concessie is vooral middelmatig tot grof zand (en in mindere mate kleihoudend zand en klei) te vinden, hierdoor zal de verhoging van de turbiditeit waarschijnlijk beperkt blijven in tijd en ruimte. De resultaten van de modelstudie die werd uitgevoerd in het kader van dit project (IMDC, 2012b) bevestigen dit. Deze studie besluit dat, in een worst case scenario, de achtergrondwaarde niet langer dan 3,5h (10% van de tijd) overschreden wordt tijdens de volledige baggerwerken van één funderingsput. Tijdens die periode van 3,5h heeft de dumppluim een afstand van ongeveer 5 km afgelegd. De pluim zelf wordt nooit groter dan 800 m in doorsnede.

17.5.2 Verwachte effecten: Exploitatiefase

De effecten van windmolenparken tijdens de exploitatiefase op vogels zijn op te delen in twee componenten: een directe en een indirecte. Enerzijds is er de directe mortaliteit door aanvaring van vogels met turbines met een verhoogde mortaliteit binnen de populatie tot gevolg (i.e. aanvaringsaspect), anderzijds zijn er indirecte effecten als gevolg van fysische wijzigingen van het habitat. De aanwezigheid,

beweging of het geluid van de turbines kunnen leiden tot verstoring van vogels en dus tot veranderingen in de verspreiding en de densiteiten van vogels en de turbines kunnen een barrière vormen voor migrerende vogels (i.e. verstoringsaspect) (Desholm *et al.*, 2005; Fox *et al.*, 2006; Drewitt en Langston, 2006; ...).

Camphuyzen (2011) deed onderzoek naar het foerageergedrag van kleine mantelmeeuwen uit de kolonie op Texel. Hiervoor werden een aantal vogels uitgerust met een GPS-logger. Deze data tonen aan dat de windmolenparken OWEZ en Q7, die respectievelijk 48 km en 57 km van de kolonie verwijderd zijn, binnen de range liggen van de onderzochte kleine mantelmeeuwen. Volgens Ens *et al.*, (2007) kunnen foerageervluchten van kleine mantelmeeuw zelfs oplopen tot 90 km. De broedkolonie van kleine mantelmeeuw in het Veerse Meer bevindt zich op de Middelplaten en soms op de Goudplaat, op respectievelijk 47,5 en 42,5 km van de Rentel site. Het Rentel windmolenpark zal zich dus binnen de foerageer range van de kleine mantelmeeuwen in het Veerse Meer bevinden.

Gelijkaardig onderzoek naar het foerageergedrag van de kolonie kleine mantelmeeuwen op de Noordplaat (Krammer-Volkerak) toonde aan dat 98% van de foerageervluchten zich binnen 25 km van de kolonie bevond. De voedselbronnen tijdens het broedseizoen zijn, voor deze kolonie, volledig van terrestrische en zoetwater afkomst. Er werden geen mariene resten aangetroffen (Gyimesi *et al.*, 2011).

Momenteel loopt er een gelijkaardig onderzoek naar het foerageergedrag van stern en in de Voordelta. Het is bekend dat de foerageervluchten van grote stern oplopen tot 45 km van de kolonie (Garthe en Flore, 2007). De afstand van Rentel tot de sternkolonie op de Hooze platen in het gebied Westerschelde – Saeftinghe is 41,5 km en dus binnen de range van foeragerende grote stern. De kolonies in de Oosterschelde en Grevelingen bevinden zich op respectievelijk 46 en 60 km en liggen dus aan de buitengrens van het foerageergebied van de daar broedende stern.

Recente resultaten van Vanermen *et al.*, (2011) suggereren dat het windmolenpark op de Thorntonbank een aantrekkende werking heeft op grote stern en visdief. Camphuyzen (2011) toonde aan dat de Nederlandse windmolenparken erg aantrekkelijk zijn voor verschillende meeuwensoorten, waaronder kleine mantelmeeuwen, als rustgebieden. Zo trekt de centrale controle toren van het Prinses Amalia park (23 km van de kust) meeuwen aan tot in het hart van het park omdat het veel rustplaatsen biedt. In het Nederlandse OWEZ park werd vastgesteld dat er een aantrekkend effect is op aalscholvers. Die gebruiken de structuren in het windmolenpark als uitvalsbasis om te foerageren (Leopold *et al.*, 2009).

Rekening houdend met deze foerageerafstanden is het niet ondenkbaar dat meeuwen, stern en aalscholvers vanuit de vogelrichtlijngebieden SBZ-V3 Zeebrugge (BE), Voordelta (NL), Westerschelde – Saeftinghe (NL), Oosterschelde (NL) en Grevelingen (NL) tot in de projectlocatie komen om te foerageren. Van deze soorten zal kleine mantelmeeuw het gevoeligst zijn voor aanvaringen doordat ze vaak op rotorhoogte vliegen (17% van de waarnemingen op de Thorntonbank; Vanermen *et al.*, 2009) en doordat ze groot en weinig wendbaar zijn. De aanvaringskans voor stern wordt laag ingeschat (Vanermen *et al.*, 2009).

17.5.3 Verwachte effecten: Ontmantelingsfase

Tijdens de ontmantelingsfase zal er sprake zijn van een tijdelijke verstoring van de aanwezige avifauna door een hoge scheepstrafiek en, indien er baggerwerkzaamheden worden gedaan, een mogelijks verhoogde turbiditeit in de waterkolom.

17.5.4 Beoordeling

De BMM is van oordeel dat het voorliggende project geen significant negatieve effecten zal hebben op de avifauna van de Nederlandse Natura 2000 gebieden en dat de instandhoudingsdoelstellingen van deze gebieden, voor wat betreft avifauna, niet in het gedrang komen door de realisatie van dit project.

17.6 *Benthos en Vis*

De Nederlandse NATURA 2000 gebieden die het dichtst bij de projectzone liggen en dus eventueel gevolgen van de activiteiten zouden kunnen ervaren zijn de Vlake van de Raan en de Voordelta. De Vlake van Raan en de Voordelta werden onder meer aangewezen voor Habitat 1110B – permanent overstroomde zandbanken. Dit habitat komt veel voor in de zuidelijke Noordzee. Tijdens de constructie- en exploitatiefase van het Rentel Windmolenpark worden geen veranderingen in de bodemdichtheid of bodemsamenstelling verwacht op Nederlandse NATURA 2000 gebieden en de instandhoudingsdoelstelling voor dit habitatype op Nederlandse bodem worden niet gehypothekeerd.

Van de beschermde vissen - zeeprik, rivierprik en fint - in de Voordelta en de Vlake van De Raan zijn geen kwantitatieve data bekend (Jak *et al.*, 2009). Alle in de Voordelta en de Vlake van de Raan beschermde vissoorten zijn migrerende diadrome vissen. Voor de Voordelta zijn de instandhoudingsdoelstellingen voor vissen niet gekwantificeerd. Voor Vlake van de Raan (Jak *et al.* 2009) zijn ze het behoud van de omvang en de kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie deze vissen. De instandhoudingsdoelstellingen zullen door de constructie- en exploitatie van het Rentel Windmolenpark niet aangetast worden. De belangrijkste beperkende factor in de ontwikkeling van deze beschermde vissoorten ligt aan de fluviatiele kant en is kwaliteit en beschikbaarheid van zoetwaterhabitats en de moeilijke passeerbaarheid van sluizen (Jak *et al.* 2009). Hier hebben de Belgische windparken geen effect op.

18. Monitoring

18.1 Algemene visie

Het Bestuur herinnert eraan dat volgens art. 29 van de wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België, de toezichtsprogramma's en permanente milieueffectonderzoeken worden uitgevoerd door of in opdracht van de in art. 28, §1, van dezelfde wet bedoelde overheid (in casu het Bestuur) en op kosten van de houder van de vergunningen en machtigingen.

De vereiste monitoring wordt afgeleid van de te verwachten impact van de gemachtigde/vergunde activiteiten op het mariene milieu. Met mariene milieu wordt in eerste instantie verstaan het ecosysteem van de zeegebieden, met inbegrip van de fysische, chemische, geologische en biologische componenten ervan en de functionele verbanden tussen die componenten, maar ook ecosysteefuncties en milieuwaarden van de zeegebieden die rechtstreeks of onrechtstreeks van nut zijn voor de gebruikers van de zee en de mens in het algemeen aanbelangen.

In het koninklijk besluit van 9 september 2003 wordt gespecificeerd hoe de mogelijke impact a priori dient te worden onderzocht: het milieueffectenrapport (MER) moet een beschrijving en waardering bevatten van de te verwachten betekenisvolle effecten van de activiteit en van de beschreven alternatieven op het mariene milieu en met name, in voorkomend geval, op: de fauna, de flora, de biodiversiteit en de mens, de bodem, het water, de atmosfeer en klimatologische factoren, de energie- en grondstoffenvoorraden, het zeezicht, de materiële goederen en het culturele erfgoed, en de onderlinge wisselwerkingen tussen de voorgenoemde factoren. Verder bepaalt het KB dat de te beschrijven en waarderen effecten de directe en indirecte, secundaire, cumulatieve en synergetische, permanente en tijdelijke, positieve en negatieve effecten omvatten op korte, middellange en lange termijn. Dat zijn dus ook de factoren die a posteriori moeten kunnen onderzocht worden door een gepaste monitoring.

Vooraleer over te gaan tot het opstellen van een monitoringsprogramma is het nuttig de filosofie achter een dergelijke monitoring kort te schetsen.

De doelstelling van de monitoring is tweeledig. Enerzijds dient de monitoring in staat te zijn de effecten als gevolg van de activiteit a posteriori vast te stellen en te kwantificeren, zodat in voorkomend geval van significante, irreversibele effecten site-specifieke mitigerende maatregelen kunnen worden voorgesteld. Anderzijds dient de monitoring toe te laten deze effecten te begrijpen, zodat de verzamelde kennis kan gebruikt worden om de verdere uitoefening van de activiteit en toekomstige gelijkaardige activiteiten a priori bij te sturen en dus nefaste effecten op voorhand uit te sluiten (= niet site-specifiek). De eerste doelstelling kan als een site-speciek controlemechanisme worden beschouwd, terwijl de tweede doelstelling de anticiperende waarde van de monitoring in functie van toekomstige projecten nastreeft.

Daarenboven worden binnen de monitoring twee aspecten onderscheiden: basismonitoring en gerichte monitoring. De basismonitoring heeft tot doel de geïntegreerde, langetermijneffecten van offshore windmolenparken op het mariene ecosysteem te kunnen kwalificeren en kwantificeren. De gerichte monitoring heeft tot doel de processen en dus de oorzaak-gevolg relaties achter de geobserveerde impacts te ontrafelen. De basismonitoring laat bijgevolg toe de aanvaardbaarheid van de milieueffecten van windmolenparken *a posteriori* te testen en op basis hiervan hypothesen omtrent oorzaak-gevolg relaties te

postuleren. De gerichte monitoring laat dan weer toe het proces, verantwoordelijk voor de impact, te begrijpen en zodoende – indien noodzakelijk – milderende maatregelen voor toekomstige offshore windmolenparken te formuleren.

Bovenstaande filosofie houdt enkele principes in:

1. de monitoring moet de verwachte effecten in het licht kunnen stellen, i.e. de aard van het effect, de intensiteit ervan, de plaats waar het voorkomt;
2. hiervoor moet onontbeerlijk de baseline- of nulsituatie vóór het begin van de activiteit worden vastgesteld;
3. milieu-effecten die niet voorspeld waren, moeten eveneens kunnen opgespoord/opgepikt worden, i.e. onverwachte veranderingen van het ecosysteem die verband houden met de activiteit (natuurlijke variaties en variaties veroorzaakt door andere, bredere processen zoals globale opwarming moeten kunnen uitgesloten worden);
4. onverwachte gebeurtenissen, i.e. incidenten die ontstaan als gevolg van de vergunde activiteit en die een impact kunnen hebben op het milieu, moeten kunnen gekarakteriseerd worden;
5. de monitoring moet het oorzakelijke verband met de vergunde activiteiten en de overeenkomende verantwoordelijkheden vaststellen, i.e. de aard, intensiteit, plaats en tijd van voorkomen van de oorzaak, en dus bron van de storing, alsook – zo mogelijk – het mechanisme van de relatie met het waargenomen effect;
6. na de impact moet de nieuwe samenstelling en functionele toestand van het ecosysteem kunnen beschreven worden, i.e. naast de rechtstreekse gevolgen van de activiteit moeten de herschikkingen van het systeem en nieuwe evenwichten opgenomen worden;
7. tijdelijke en permanente effecten op natuurwaarden en ecosysteemfuncties moeten kunnen geëvalueerd worden: hiermee wordt verwezen naar de regelgeving, in het bijzonder de EU richtlijnen, die de evaluatie van impacten aan de hand van instandhoudingsdoelstellingen aanmoedigen;
8. alhoewel de monitoring zich in hoofdzaak zal richten op het in situ waarnemen van de milieueffecten, kan de monitoring ook in situ en ex situ experimenten vereisen. Deze experimenten moeten bijdragen tot het begrijpen van bepaalde effecten;
9. de monitoring dient te worden uitgevoerd door wetenschappers met een grondige kennis en ervaring, dit ter maximalisatie van de compatibiliteit van de over lange termijn verzamelde gegevens. Voor de monitoring dienen daarom de meest geschikte middelen en technieken te worden gebruikt en op een zodanig manier dat vergelijking met ander, gelijkaardig onderzoek mogelijk is. Daarbij kan nuttig gebruik gemaakt worden van de gestandaardiseerde bemonsteringsmethoden zoals gepubliceerd als ISO en of NBN normen meer bepaald: NBN EN ISO 5667-1, ISO 16665:2005, ISO 19493:2007;
10. in functie van de verkregen resultaten moet de mogelijkheid bestaan om de monitoring aan te passen om nieuwe kennis in het monitoringsprogramma te kunnen incorporeren en zo optimaal met de ter beschikking gestelde middelen om te gaan
11. de resultaten van deze monitoring worden beoordeeld volgens de kwaliteitscriteria van het mariene milieu bepaald door de nationale, Europese en internationale regelgeving. Daarnaast houdt deze evaluatie rekening met de resultaten van andere gepubliceerde bronnen, zoals mariene onderzoeksprogramma's die zich bezighouden met gerelateerde onderwerpen.

Het is vanzelfsprekend dat sommige milieueffecten (bv. geluid veroorzaakt door het heien van palen in de zeebodem) activiteit- en tijdspecifiek zullen zijn terwijl andere milieueffecten (bv. de vernietiging van een bepaalde biotoop onder kunstmatige bouwwerken of in een stortplaats) site-specifiek zullen zijn. Hieruit volgt dat een deel van de monitoring specifiek is voor elk concessiegebied en dus bij elk project moet herhaald worden, terwijl andere onderdelen van de monitoring gemeenschappelijk zijn voor alle projecten. In de uitvoering van het monitoringsprogramma zal er bijgevolg voor gezorgd worden dat verworven kennis ten voordele van alle projecten geëxploiteerd wordt.

Om het voorziene monitoringsprogramma op te stellen werd bijgevolg, zoals reeds toegepast bij de andere vergunningshouders, voor een geïntegreerde aanpak gekozen. Na de baselinestudies die noodzakelijk site-specifiek zijn, wordt een gecombineerd programma van metingen en bemonsteringen opgesteld. Dit programma loopt voor de bestaande projectconcessies en het RENTEL project zal hierin geïntegreerd worden. Volgens de toekomstige ontwikkelingen zal het programma met de gepaste flexibiliteit kunnen worden herschikt en de inspanning en kost zal verdeeld worden onder de vergunningshouders op een billijke manier, die ook overeenkomt met de omvang van hun activiteit en de intensiteit van zijn milieu-impact. Er werd dus een dynamisch proces opgezet, waarvan de doeltreffendheid regelmatig in overleg met de vergunninghouders zal kunnen worden herzien.

De in het MEB opgeven staalnamefrequenties, aantal stalen en technieken zijn indicatief en dienen aangepast te worden in functie van de funderingstypes van de windmolens en het windmolenpark en de praktische haalbaarheid. Er dient zoveel mogelijk samengewerkt te worden bij het monitoren van de verschillende onderdelen en er dient ook overleg gepleegd te worden met de exploitant om de mogelijkheden te onderzoeken om bepaalde middelen (zoals bvb scheepstijd) gezamenlijk te gebruiken. Binnen het onderzoek naar de effecten van de verschillende windmolenparken op het BDNZ zal er ook gestreefd worden naar een maximale synergie teneinde het onderzoek zo efficiënt mogelijk uit te voeren.

18.2 Voorgesteld programma

Zoals bij wet voorzien, worden de toezichtsprogramma's en permanente milieueffect-onderzoeken uitgevoerd door of in opdracht van het Bestuur en op kosten van de houder van de vergunningen en machtigingen en dit voor de duur van de vergunning.

De algemene coördinatie van de monitoringsprogramma's moet door het Bestuur gebeuren. Tabel 18.1 geeft een overzicht weer van de verdeling van de taken van de monitoring. Op basis hiervan werden de volgende budgettaire tabellen opgesteld. De onderzoeken die door of in opdracht van de houder worden uitgevoerd, worden niet inbegrepen in de budgettering. In voorkomend geval valt de scheepstijd ten laste van de houder en wordt in de berekening van dit budget niet meegerekend. De kosten voor het Bestuur vermeld in de budgettaire tabellen blijven dan beperkt tot de controle en de evaluatie van de resulterende rapporten.

Tabel 18.1 Overzicht van de uitvoerders en van de onderwerpen van het monitoringsprogramma

RENTEL	veldwerk	onderzoek	rapportering	beoordeling
coördinatie	BMM	BMM	BMM	BMM
hydrodynamica en sedimentologie	RENTEL	RENTEL	RENTEL	BMM
onderwatergeluid	BMM	BMM	BMM	BMM
data	BMM/RENTEL	BMM/RENTEL	BMM/RENTEL	BMM
zeezicht	RENTEL	RENTEL	RENTEL	BMM
benthos en visfauna	BMM	BMM	BMM	BMM
avifauna	BMM	BMM	BMM	BMM
zeezoogdieren	BMM	BMM	BMM	BMM

Het Bestuur beschouwt deze werkverdeling als de meeste geschikte voor het wetenschappelijk en operationeel verloop van de monitoring en tevens de meeste economische, maar erkent dat andere verdelingen kunnen in overweging genomen worden. Als het Bestuur in overleg met de vergunninghouder er voor zou kiezen om bepaalde onderzoeken (die in bovenstaande tabel uitgevoerd worden door de BMM) door derden te laten uitvoeren, dan dienen voorafgaand aan deze onderzoeken de methodiek en het monitoringsprogramma ter goedkeuring voorgelegd te worden aan de BMM met de garantie dat de door derden verworven gegevens volledig compatibel zijn met de reeds bestaande dataset. In voorkomend geval blijft het Bestuur verantwoordelijk voor de beoordeling. Er kan tevens voor gekozen worden om onderzoeken die door of in opdracht van de vergunninghouder uitgevoerd moesten worden door de BMM te laten uitvoeren. In dit geval vallen de kosten ten laste van de houder en zal het budget aangepast worden.

De resultaten van de door de houder uitgevoerde onderzoeken worden door de houder aan het Bestuur geleverd in de vorm van ruwe data, geanalyseerd en becommentarieerd in een verklarend en besluitend rapport. Deze rapporten moeten ieder jaar bij het jaarlijkse uitvoeringsverslag gevoegd worden. Alle monitoringsgegevens die door de houder worden verzameld, dienen volgens een op voorhand met het Bestuur afgesproken formaat en drager (papier, digitaal) aan het Bestuur te worden overgemaakt. Het concessiegebied bevindt zich in zee in een openbaar domein, waarover België rechtsbevoegdheid en internationale verplichtingen heeft. Hieruit vloeit voort dat alle monitoringsgegevens - behalve deze die rechtstreeks noodzakelijk zijn voor de bouw en exploitatie van het park waarop bepaalde regels van vertrouwelijkheid van toepassing kunnen zijn - eigendom worden van de Staat.

18.3 Voorgestelde planning

Hieronder wordt, rekening houdend met de resultaten van de milieueffectenbeoordeling (MEB), het monitoringsplan voorgesteld door het Bestuur. Alle in tabel 18.1 vermelde disciplines moeten op afdoende wijze behandeld worden tijdens de nul-fase en de eerste fase van 5 jaar (constructie jaar (jaren) en begin van de exploitatiefase). Aangezien de (cumulatieve) effecten van windmolens op het mariene milieu enkel en alleen op lange termijn kunnen worden ingeschat, behelst de monitoring van de Belgische offshore windmolenparken een lange-termijn perspectief.

Uit de ervaring opgedaan door het Bestuur tijdens de uitvoering van de monitoring sinds 2008 (eerste jaar van de eerste vergunningshouder) wordt afgeleid dat het equivalent van 2500 mandagen¹⁶ per jaar volstaat ter uitvoering van de wettelijke monitoringsopdracht voor een periode van 15 jaar (dus, tot 2022) en voor de volledige windmolenzone in Belgische wateren. De verdere verplichtingen van Rentel na het einde van zijn eerste fase zullen gedefinieerd worden, rekening houdend met een geschikte verdeling van de monitoring tussen de verschillende vergunningshouders. De maximale bijdrage van iedere vergunninghouder wordt aan 5357 mandagen geplafoneerd vanaf zijn nul-fase tot eind 2022. In voorkomend geval zullen de bepalingen voor de periode na 2022 ook ten gepaste tijde gedefinieerd worden.

De nul- fase omvat de monitoring gekoppeld aan de pre-constructiefase en richt zich zodoende op de vaststelling van de referentiesituatie, i.e. de milieutoestand vóór uitvoering van de werken. Deze fase vangt ten vroegste aan op de datum waarop de milieuvergunning gepubliceerd wordt en loopt tot het jaar waarin de eerste constructie-activiteiten plaats vinden.

De eerste fase vat aan in het jaar van de eerste constructie-activiteiten en loopt over een periode van vijf jaar. Na deze eerste periode worden de resultaten van de monitoringsactiviteiten grondig geëvalueerd. De fasen hier vermeld beginnen altijd op 1 januari van het betreffende jaar.

Het monitoringsplan en de resultaten van de monitoring worden door de overheid jaarlijks beoordeeld. Aan de hand van deze beoordeling kan het monitoringsplan jaarlijks worden herzien. Indien de monitoring of andere informatiebronnen aantonen dat onverwachte effecten van de activiteit optreden, waarvoor geen specifieke monitoring voorzien werd, dient de monitoring aangepast te worden om hiermee rekening te houden. Het opstellen van het plan, de beoordeling en de algemene coördinatie van de monitoringsprogramma's moeten door het Bestuur gebeuren. Vanuit deze informatie zal het Bestuur voorstellen formuleren voor de inhoud en de uitvoering van het verdere monitoringsprogramma, samen met mogelijke voorstellen van wijzigingen van de voorwaarden. Het Bestuur zal hierover advies geven aan de minister.

De te verwachten effecten zijn sterk afhankelijk van de uiteindelijke keuze van funderingstypes en installatietechnieken. Verschillende onderdelen van de monitoring zijn opgesteld om de effecten van specifieke funderingstypes en installatietechnieken te onderzoeken en de uitvoering van deze onderdelen is dan ook afhankelijk van de uiteindelijke invulling van het Rentel project (tabel 18.2).

¹⁶ Het Bestuur gebruikt de mandag (MD) als rekeneenheid. Zie toelichting hieronder (18.5).

Tabel 18.2 Overzicht van de voorziene monitoring in functie van de concrete invulling van het Rentel project

	Hoofdstuk in deze MEB	Gravitaire funderingen	Monopile of jacket funderingen met heien	Monopile of jacket funderingen met suction bucket
Algemeen				
Coördinatie		X	X	X
Data		X	X	X
Hydrodynamica en sedimentology 6				
Turbiditeit		X		X
Erosie – funderingen		X	X	X
Evolutie – stockage zand		X		
Begravingsdiepte kabels		X	X	X
Geluid en seismisch onderzoek 7				
Referentiesituatie onderwatergeluid		X	X	X
Onderwatergeluid constructiefase			X	X
Onderwatergeluid exploitatiefase			X	X
Macrobenthos, epibenthos en visgemeenschappen 10				
Hard substraat		X	X	X
Zacht substraat		X	X	X
Vislarven			X	
Grindbiotoop*		X	X	X
Zandspiering		X	X	X
Zeezoogdieren 11				
Verspreiding zeezoogdieren		X	X	X
Effect van heigeluid			X	
Avifauna 12				
Verspreiding zeevogels		X	X	X
(Ontwijk)gedrag zeevogels		X	X	X
Foerageergedrag grote meeuwen		X	X	X
Zeezicht 15				
Zeezicht (opvolgstudie)		X	X	X

* Enkel indien uit het voorafgaande grondonderzoek blijkt dat in het Rentel concessiegebied grindvelden voorkomen

18.4 Locatie van de monitoringswerkzaamheden

De monitoring moet niet beperkt blijven tot het concessiegebied. Indien gerechtvaardigd door de verwachte omvang van de directe en indirecte effecten van de vergunde activiteit zullen de monitoringswerkzaamheden zich in de omgeving van het concessiegebied kunnen uitstrekken. Goed afgebakende referentiezones zullen ook onder toezicht gehouden worden, om effecten die geen verband houden met de activiteit te kunnen uitsluiten.

De houder dient, mits goedkeuring door het Begeleidingscomité, wetenschappelijk onderzoek kosteloos toe te laten binnen de concessiezone. Het Bestuur behoudt zich het recht voor om monitoring en wetenschappelijk onderzoek uit te voeren binnen het concessiegebied en op de structuren, op voorwaarde dat de veiligheid wordt gerespecteerd en dat de houder in kennis wordt gebracht conform de overeen te

komen procedures.

Op het transformatorplatform of (een) andere geschikte locatie(s) binnen het park dient ruimte voorzien te worden vanwaar onderzoek kan uitgevoerd worden. De mogelijkheid moet voorzien worden om op dat transformatorplatform of (een) andere geschikte plaats(en) bepaalde apparatuur, zoals hydrometeorologische meetstations, IR camera, radarsysteem om vogels waar te nemen, telescoop, etc., op te stellen, en er dient geschikte stroomvoorziening en verwarming aanwezig te zijn. Bovendien moet een schuilruimte, met communicatiemiddelen en datalink naar de wal, voorzien worden waarin twee personen overdag kunnen werken en, in voorkomend geval, enkele dagen kunnen overleven indien men door omstandigheden op dit platform komt vast te zitten (bv. door veranderde weersomstandigheden).

De locatie vanwaar de monitoring gebeurt (transformatorplatform of een andere geschikte locatie(s)) moet, in overleg met de exploitant, en mits goedkeuring van het Begeleidingscomité toegankelijk zijn voor onderzoekers, ook indien dit niet voor onderzoek is dat specifiek kadert in dit monitoringsprogramma.

18.5 Schatting van het budget

Het budget werd geschat conform artikel 24, § 2, van het KB MEB van 9 september 2003. Om praktische redenen, zijn alle budgettaire posten uitgedrukt in mandagen. Deze posten omvatten de personeels- en werkingkosten van het Bestuur en de investeringskosten (zie indicatief overzicht van het benodigde materiaal tabel 18.3).

Voor de schuldvordering, worden de prestaties in mandagen vermenigvuldigd met het forfaitaire dagtarief beschouwd als voldoende bewijs van de gemaakte kosten voor het personeel van het Bestuur en zijn werking. Wat de investeringsuitgaven betreft, zullen copieën van inkoopfacturen als bewijs dienen.

De kostprijs van een forfaitair dagtarief bedraagt 491,48 euro per mandag in basiswaarde (100%) van november 2012 te indexeren volgens de index der consumptieprijsen. Op jaarbasis wordt een berekening opgemaakt van de werkelijk gemaakte kosten, die wordt doorgestuurd naar de houder. De index gebruikt voor de schuldvordering is de gemiddelde index voor het desbetreffende gefactureerde jaar.

Onderstaande budgettering houdt rekening met het feit dat het Bestuur de RV Belgica en haar observatievliegtuig gratis ter beschikking stelt van het monitoringsprogramma. In uitzonderlijke geval kan voor zekere specifieke staalnames, door het bestuur gevraagd worden aan de exploitant om één van zijn werkschepen kosteloos ter beschikking te stellen van het Bestuur. Indien de exploitant geen schip ter beschikking wenst te stellen, dient hij de kosten van een ander werkschip te dragen, conform de overeen te komen operationele afspraken.

In tabel 18.4 wordt een samenvatting gegeven van de geschatte werklast voor elk onderdeel van het monitoringsprogramma. De bedragen die in dit hoofdstuk monitoring worden vermeld, zijn budgettaire ramingen. Ze moeten worden beschouwd als indicatief en maximaal.

Het Bestuur verbindt zich ertoe deze kosten binnen het budget te houden, rekening houdend met de gewone indexstijging. Binnen deze budgettaire envelop, behoudt het Bestuur het recht om het monitoringsprogramma aan te passen aan de beschikbare middelen en de werklust tussen de verschillende posten te verschuiven, alsook tussen de verschillende jaren, afhankelijk van de noodzaak ervan en de vooruitgang van de werken.

Tabel 18.3 Indicatief overzicht van het benodigde materiaal

Onderwerp	Materiaal	Schatting kostprijs in euro(november 2012)	Omgerekend in MD
Onderwatergeluid	2 autonoom afgemeerde recorders	70,772.75 €	144
Benthos	labomateriaal	15,727.28 €	32
Benthos	duikmateriaal	19,659.10 €	40
Zeezoogdieren	aankoop voor 8 Porpoise Detectors (PoDs)	16,218.76 €	33
Zeezoogdieren	verankering Pods T0 en constructie	5,897.73 €	12
Zeezoogdieren	verankering Pods exploitatie	58,977.29 €	120
Avifauna	GPS tags	29,980.12 €	61
Avifauna	bijdrage onkosten vogelradar	66,840.93 €	136
TOTAAL		284,073.96 €	578

Tabel 18.4 Globale werklust in mandagen voor de uitvoering van het monitoringsprogramma Rentel.

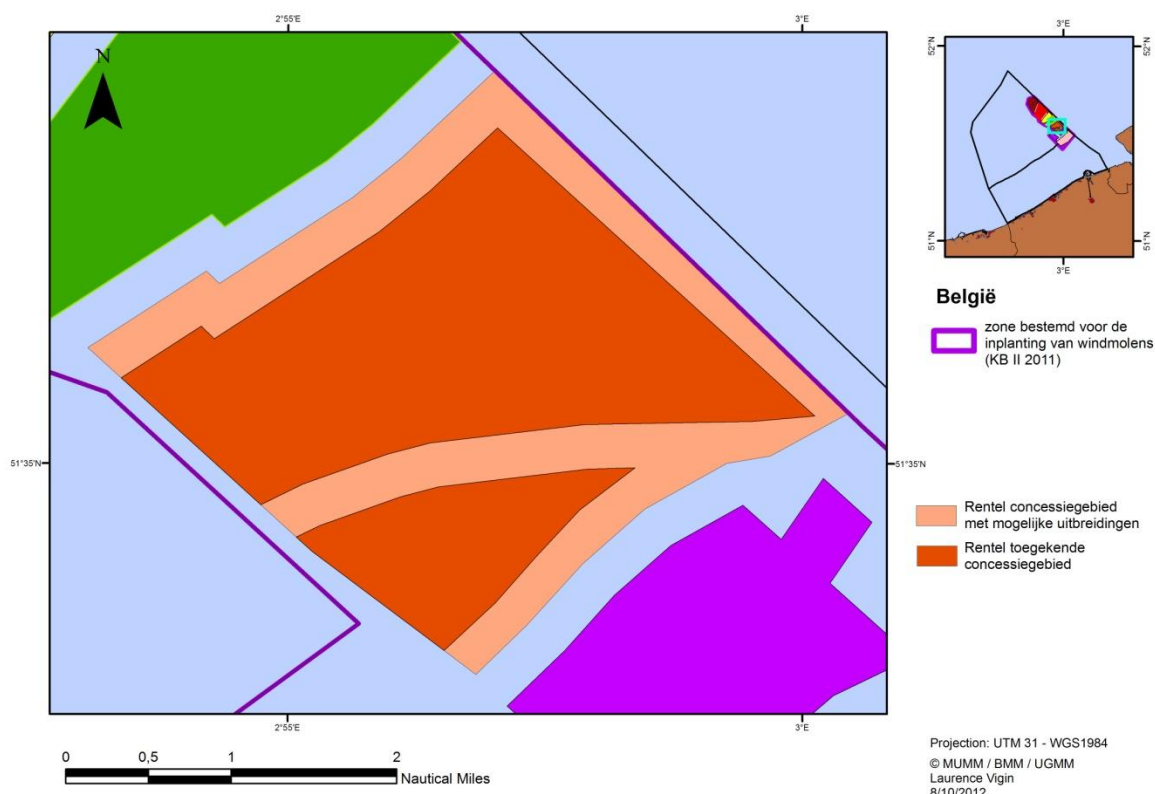
	Referentie in de MEB	nul-fase	eerste fase van 5 jaar				
		Voor het begin van de werken	Constructiefase	.->	Exploitatiefase		
		budget/per jaar	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5
Coördinatie		80	80	80	80	80	80
Hydrodynamica en sedimentologie	6.4	31	31	30	30	30	30
Onderwatergeluid - personeel	7.4.1	56	74	72	63	63	63
Onderwatergeluid - materiaal	7.4.1	36	36	36	36	0	0
Data	8.3.3	20	20	20	20	20	20
Benthos - Hard substraat	10.4.1	0	79	79	79	79	79
Benthos - Hard substraat materiaal	10.4.1	0	18	18	18	18	0
Benthos - Zacht substraat	10.4.2	282	72	72	72	72	72
Benthos - Vislarven	10.4.3	0	15	15	15	15	15
Benthos - Grind	10.4.4	53	53	0	0	53	0
Benthos - Zandspiering	10.4.5	150	0	0	0	150	0
Zeezoogdieren - personeel	11.4	75	75	75	75	75	75
Zeezoogdieren - materiaal	11.4	15	15	15	40	40	40
Avifauna - personeel	12.4	100	100	100	100	92	92
Avifauna - materiaal	12.4	82	21	21	21	52	0
Zeezicht	15.4	0	0	8	3	0	0
TOTAAL		980	689	641	652	839	566

19. Synthese en besluit

19.1 Aanvraag

De n.v. Rentel diende op 2 juli 2012 bij de Minister bevoegd voor de bescherming van het mariene milieu een aanvraag in tot het verkrijgen van een vergunning en machtiging voor de bouw en exploitatie van een offshore windpark “Rentel” in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België. De aanvraag omvatte een milieu-effectenrapport (MER) en werd simultaan betekend aan de Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee (BMM). De aanvraag heeft betrekking op een offshore windmolenpark, met inbegrip van de bijhorende transformatorplatformen en van alle samenhangende activiteiten op de Zuidwest-Schaar, een zone gelegen ten noordwesten van de Thorntonbank en ten zuidoosten van de Lodewijkbank (Figuur 19.1). In de aanvraag wordt een mogelijke concessieuitbreiding voorgesteld die bestaat uit drie potentiële uitbreidingen van het reeds toegekende concessiegebied (van 18,5 km² naar 26,9 km²):

- Een uitbreiding van de oppervlakte van de concessie met 1,7 km² wordt bekomen door de veiligheidsmarge rond de niet operationele Rembrandt 2 telecommunicatiekabel te verkleinen van 250 m tot 50 m;
- Een tweede uitbreiding van de oppervlakte van de concessie met 1,8 km² aan het noordoosten van het concessiegebied door optimale benutting van het beschikbare gebied binnen de Belgische windmolenzone;
- Een derde uitbreiding van de oppervlakte van de concessie met 4,9 km² beoogt een benutting van de bufferzone tussen 2 windparken en voorziet een gedeelde veiligheidsafstand van minimaal 500 m i.p.v. 1000m tussen naburige parken.



Figuur 19.1 Rental concessiegebied en mogelijke uitbreidingen.

Naast de basisconfiguratie worden er in het MER drie alternatieve configuraties gegeven die alle rekening houden met de aangevraagde uitbreiding. Deze configuraties onderscheiden zich in aantal turbines en individueel vermogen (zie ook tabel 1.1).

0. Basisconfiguratie: 47 WTG's in het initiële concessiegebied, met rotordiameter (RD) 126 m - individueel vermogen 6,15 MW. Als typevoorbeeld geldt de REpower 6M turbine.
1. 78 WTG's in het uitgebreide concessiegebied, met rotordiameter 120-130 m - individueel vermogen 4-6,5 MW. Als typevoorbeeld geldt de REpower 6M (6,15 MW, 126 m RD).
2. 60 WTG's in het uitgebreide concessiegebied met rotordiameter 140-165 m - individueel vermogen 6,5-7,5 MW. Als typevoorbeeld geldt de Vestas V164-7.0 MW (7 MW, 164 m RD).
3. 55 WTG's in het uitgebreide concessiegebied met rotordiameter 150-160 m - individueel vermogen 7,5-10 MW. Een typevoorbeeld is de Clipper Windpower Britannia C-150 (10 MW, 150 m RD).

Daarnaast voorziet het MER in de mogelijke toepassing van vier verschillende funderingstypes en installatietechnieken, enerzijds monopiles of jacketfunderingen, die of in de bodem worden geheid of worden geïnstalleerd met behulp van de suction bucket techniek, en anderzijds gravitaire funderingen. Bij het gebruik van gravitaire funderingen zullen bovendien omvangrijke bagger- en dumpingswerken plaats vinden.

Het windpark zou een jaarlijkse opbrengst van ca. 1000 tot 1.760 GWh genereren, wat overeenkomt met het gemiddelde jaarverbruik van ca. 286.000 tot 550.000 gezinnen. De kortste afstand van het park tot de Belgische kust bedraagt 28,14 km voor de toegekende domeinconcessie en 27,72 km voor de voorgestelde uitgebreide domeinconcessie.

Krachtens de wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België dienen de activiteiten waarvoor de aanvraag werd ingediend het voorwerp uit te maken van een milieu-effectenbeoordeling door de bevoegde overheid. Na ontvangst van het milieu-effectenrapport van het project gaan de experts van de BMM na of het project aanvaardbaar is met betrekking tot hun discipline en formuleren ze eventuele milderende maatregelen, voorwaarden en aanbevelingen die vereist zijn om de activiteit aanvaardbaar te maken. Om leemtes in de kennis in te vullen, die onzekerheid veroorzaken over de eventuele effecten van de realisatie van het project, stellen de experts indien nodig ook een monitoringsplan op voor de desbetreffende disciplines. De milieu-effectenbeoordeling behandelt tevens de grensoverschrijdende effecten en de cumulatieve effecten van het Rentel windmolenpark en de andere, reeds vergunde, parken. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste resultaten van deze milieu-effectenbeoordeling kort samengevat en wordt een globaal besluit geformuleerd betreffende de te verwachten impact op het mariene milieu van het Rentel project.

19.2 Te verwachten effecten

19.2.1 Invloed op het klimaat

Het valt niet te verwachten dat de productie van de windturbines en de bouw en exploitatie van dit park een negatieve invloed zullen hebben op de lokale luchtkwaliteit. De effecten van het windmolenpark op het lokale windregime zijn significant, maar zullen hoofdzakelijk beperkt blijven tot het concessiegebied en de onmiddellijke omgeving ervan.

De voornaamste negatieve effecten op de atmosfeer situeren zich tijdens de constructie van de onderdelen en de bouwfase. Doorgedreven hergebruik van grondstoffen tijdens de onmantelingsfase zorgt er voor dat windenergie een ecologische levenscyclus heeft in vergelijking met andere elektriciteit opwekkende technologieën.

Indien de geproduceerde energie door het Rentel project aanleiding zou geven tot een equivalente vermindering van geproduceerde energie d.m.v. klassieke thermische productie dan zou dit leiden tot een positief effect op de luchtkwaliteit. In de realiteit valt het te verwachten dat de hernieuwbare energie geproduceerd door de verschillende offshore windmolenparken slechts een vertraging van de groei van de emissie van broeikasgassen zullen veroorzaken. Op wereldschaal is dit positieve effect verwaarloosbaar maar in het kader van de Belgische reductiedoelstellingen is dit niet onbelangrijk.

Het Rentel project komt overeen met 14,5 % (47 turbines van 6,15 MW) tot 27,5 % (55 turbines van 10 MW) van de doelstelling van het Federaal Planbureau om 2000 MW offshore windenergie te installeren

tegen 2020.

Bovenstaande overwegingen maken het duidelijk dat het project een algemeen gunstig effect kan hebben op de atmosfeer en de klimatologische factoren die relevant zijn voor deze milieu-effectenbeoordeling. Het Rentel project is voor wat betreft de effecten op klimaat en atmosfeer bijgevolg aanvaardbaar voor zowel de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen. We verwachten dat het effect op de atmosfeer het minst gunstig zal zijn indien gebruik gemaakt wordt van grote aantallen betonnen gravitaire funderingen (GBF) en het meest gunstig zal zijn met een maximaal geïnstalleerd vermogen op stalen jacket-funderingen (configuratie 3). Echter, het ontbreken van een aangepaste Life Cycle analysis (LCA), die de invloed van de gravitaire funderingen op de emissiebalans behandelt, blijft een leemte in de kennis die zal moeten behandeld worden indien men voorziet om in de realisatie van het project grote aantallen gravitaire funderingen te plaatsen.

19.2.2 Invloed op hydrodynamica en sedimentologie

Uit ervaring met monopiles of jacketfunderingen, die worden geheid, blijkt dat wat hydrodynamica en sedimentologie betreft, de impact slechts tijdelijk en verwaarloosbaar is.

Bij het gebruik van gravitaire funderingen, zeker op deze schaal met 78 funderingen, zal een belangrijke hoeveelheid materiaal uitgebaggerd worden bij de voorbereiding van de zeebodem en tijdelijk terug in de concessiezone gestockeerd worden. Bovendien zal er bij de backfill en infill van de gravitaire funderingen meer zand moeten worden gewonnen dan dat er in de concessiezone werd gestockeerd. Dit bijkomend nodige zand kan niet in de concessiezone gewonnen worden, maar zal moeten worden gewonnen in de daarvoor voorziene en/of aangeduide zandextractiezones. De effecten die deze baggerwerken voor het Rentel project zullen hebben op de turbiditeit zijn onvoldoende gekend en daarom zal bij gebruik van gravitaire funderingen een monitoring van de mogelijke verhoging van de turbiditeit opgelegd worden.

Het gebruik van de suction bucket techniek wordt in het MER kort beschreven maar er is op het ogenblik nog zeer weinig beschikbare informatie over deze techniek. Het is duidelijk dat hier nog leemtes in de kennis zijn. Er kan worden verwacht dat door het opzuigen van het zand/slib tijdens de installatie een tijdelijk verhoogde turbiditeit zal worden gegenereerd. Daarom wordt bij het toepassen van deze techniek een bijkomende monitoring naar de verhoging van de turbiditeit opgelegd.

Uit ervaring blijkt dat het vrijkomen van de elektrische infield en exportkabels een reële mogelijkheid is. Het is duidelijk dat in bepaalde gebieden de zandduinen mobiel zijn en dat een migratie van deze zandduinen met een 10-tal meter per jaar tot de mogelijkheid behoort. Daarom is het nodig om de bedekking van de kabels op een regelmatige basis te controleren.

Bij het toepassen van monopiles of gravitaire funderingen wordt erosiebescherming aangebracht, terwijl bij toepassing van jacketfunderingen geen erosiebescherming wordt voorzien. Het mogelijke ontstaan van erosieputten moet gemonitord worden zodat de stabiliteit van de funderingen nooit in gevaar kan komen.

Wat betreft de hydrodynamica, de sedimentdynamica en de morfologie worden er geen onaanvaardbare effecten verwacht voor het mariene milieu en kan dus worden gesteld dat het project aanvaardbaar is, voor alle configuraties en funderingstypes, mits monitoring van een aantal parameters (zie hierboven) en inachtnaam van een aantal voorwaarden.

19.2.3 Invloed op geluid

Voor wat betreft onderwatergeluid zal het geluidsniveau veroorzaakt door een verhoogde intensiteit van scheepvaart, baggerwerken, plaatsing van een gravitaire fundering, gebruik van de suction bucket techniek en storten van erosiebescherming, beperkt zijn. Dit is bovendien een geluid dat zeer tijdelijk voorkomt in een beperkt gebied. Vandaar dat de mogelijke effecten door deze activiteiten, voor wat betreft hun geluidsemissies, voor zowel de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen aanvaardbaar zijn.

De belangrijkste mogelijke effecten voor onderwatergeluid tijdens de constructiefase zullen zich voordoen indien er palen geheid worden. Zonder mitigerende maatregelen is het hierdoor veroorzaakte onderwatergeluid van een niveau waarbij significante effecten optreden bij vissen en zeezoogdieren en mogelijk ook andere componenten van het ecosysteem. Deze effecten kunnen optreden over een zeer groot gebied en van primaire (dood, verwonding, verstoring van organismen) en secundaire aard zijn (verlies aan habitat, prooiorganismen,...). Ongetwijfeld zullen deze effecten grensoverschrijdend zijn, gezien de ligging van het concessiegebied nabij Nederlandse wateren. Rekening houdend met de mogelijke effecten zijn de configuraties van het project waarbij gebruik gemaakt wordt van het heien van monopile en jacket funderingen enkel aanvaardbaar mits een strikte inachtnahme van mitigerende maatregelen, voorwaarden en een intensief monitoringsprogramma. Indien aan deze vereisten voldaan wordt, valt het niet te verwachten dat er significante en langdurige effecten zouden optreden in de NATURA 2000 gebieden in Belgische en buitenlandse wateren, gezien de afstand van de concessiezone tot deze gebieden.

Het onderwatergeluid en de effecten ervan tijdens de exploitatiefase vormt een leemte in de kennis, maar eventuele effecten blijven hoogstwaarschijnlijk beperkt tot een aantal gevoelige soorten binnen het concessiegebied. Vandaar dat de mogelijke effecten aanvaardbaar geacht worden zonder mitigerende maatregelen. Gezien dit een leemte in de kennis betreft, dient ook hier een monitoring te worden uitgevoerd.

Gezien de beperkte geluidsniveaus en de afstand tot de kust, zijn de potentiële effecten van het geluid boven water voor zowel de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen voor alle scenario's en technieken aanvaardbaar.

Het seismisch onderzoek is plaatselijk en sterk beperkt in tijd. Vandaar dat het project, mits het naleven van de bestaande wetgeving en een aantal voorwaarden, voor wat betreft het uitvoeren van seismisch onderzoek aanvaardbaar is voor zowel de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen.

19.2.4 Invloed op risico en veiligheid

De exploitatie van een windmolenpark in een zone waar zich voorheen een scheepvaartroute bevond, brengt een aantal extra risico's met zich mee die ook in de reeds vergunde windmolenparken aanwezig

zijn. De industriële risico's en risico's gebonden aan de constructie en exploitatie van het Rentel project zijn vergelijkbaar met of beperkter dan deze van de andere reeds vergunde parken.

Als de hele Belgische windmolenzone (met uitzondering van de meest noordelijke zone) ingevuld wordt dan stijgt de kans op aanvaar- of aandrijfongevallen naar 1 op 4 jaar. De kans op aanvaring- of aandrijfongevallen van schepen met de Rentel turbines wordt geschat van 1 op ~45 jaar (basisconfiguratie).

De realisatie van het Rentel windmolenpark heeft een verwaarloosbare invloed op het aantal schip-schip aanvaringen op het Belgisch deel van de Noordzee.

De kans op uitstroom van bunkerolie en ladingolie in de Belgische Noordzee neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een Rentel windturbine maximaal toe met ~0.3%. Echter, een olielozing in het Rentel gebied kan een groot gebied beïnvloeden en kan, afhankelijk van de weerscondities, de lozingslocatie, het tijdstip van de lozing, het olietype, enz.. zowel Belgische als Nederlandse beschermde mariene gebieden bereiken.

Het Rentel project is voor wat betreft risico en veiligheid aanvaardbaar voor zowel de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen en voor alle types funderingen en technieken besproken in het MER indien er de nodige preventie- en voorzorgsmaatregelen genomen worden om de veiligheid verder te verhogen en de kans op een ongeval met eventuele milieuschade tot gevolg te beperken. Wat betreft de te gebruiken technieken en configuraties zijn de aanvarings- en aandrijfkansen het laagst in scenario 3 (minst aantal turbines), maar verwachten we de minste gevolgschade indien monopile funderingen gebruikt zouden worden (scenario 1 en 2). Bijgevolg verwachten we wat betreft risico en veiligheid het laagste ecologische risico voor scenario 2 in combinatie met monopile funderingen.

De cumulatieve effecten van de constructie en exploitatie van de verschillende windmolen parken in het Belgisch deel van de Noordzee (BDNZ) op de scheepvaart en de hiermee verbonden risico's zijn enkel aanvaardbaar indien al de nodige preventie- en voorzorgsmaatregelen genomen worden om de veiligheid verder te verzekeren en een ongeval met eventuele milieuschade tot gevolg te vermijden.

Elk windmolenpark brengt een nieuw risico van zeeverontreiniging met zich mee. Dit vertaalt zich in een nadelig effect van de vergunde activiteit, waarvoor de aanvrager de nodige compensaties in milieuvoordelen dient te geven. Dit kan gebeuren in de vorm van een bijdrage bij de paraatheid van de overheid, die erop gericht is milieuschade door verontreiniging van de Noordzee beter te voorkomen en de daartoe vereiste middelen te versterken. Net als bij de vorige aanvragen voor offshore windmolenparken wordt hier voorgesteld dat Rentel zich aansluit bij het systeem van financiële bepalingen of materiële bijdragen die hiervoor werden voorzien in de reeds bestaande vergunningen voor offshore windmolenparken.

19.2.5 Invloed van schadelijke stoffen

Gezien de aanvrager geen chemicaliën zal gebruiken om aangroei van organismen te vermijden, de

hoeveelheden Al en SF6 die kunnen vrijkomen, beperkt zullen zijn en het gebruik van asfaltmatrassen eerst ter goedkeuring wordt voorgelegd aan de BMM is het project aanvaardbaar voor wat betreft eventueel schadelijke stoffen en dit zowel voor de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen alsook de verschillende configuraties en funderingstypes. Er zal wel moeten opgevolgd worden of en hoe oliën, verven, asfaltmatten en breuksteen in de loop van de activiteit worden gebruikt.

Indien onbekende, mogelijks radioactieve kabels worden aangetroffen in de projectzone moeten deze met de nodige omzichtigheid behandeld worden.

19.2.6 Invloed op macrobenthos, epibenthos en visgemeenschappen

Het Rentel projectgebied maakt deel uit van de Zeelandbanken en ligt tussen de domeinconcessies van C-Power en Northwind waarmee het geomorfologisch en sedimentair verwant is. Afhankelijk van het bodemtype kunnen een aantal benthische habitats verwacht worden. Daarbij kunnen zowel zones met een zeer lage als met een hoge intrinsieke biologische waarde voorkomen. De precieze locatie en omvang van deze zones binnen het concessiegebied is op het moment van deze beoordeling nog niet gekend. Het gebied bestaat waarschijnlijk hoofdzakelijk uit zandige bodems met relatief grote korreldiameter. Die herbergen typische offshore *Ophelia limacina* en *Nephtys cirrosa* gemeenschappen. Daarnaast is de kans op dagzomend grind met haar unieke en ecologisch zeer waardevolle fauna in het projectgebied reëel.

Tijdens de constructiefase zal de ecologische waarde van de natuurlijke benthische biotopen kwalitatief en kwantitatief negatief worden beïnvloed, waarbij gravitaire funderingen en een 1 m opslagdikte van het sediment als meest negatief beoordeeld worden. Bij deze gravitaire funderingen kan de turbiditeit bovendien tijdelijk verhoogd worden indien resuspensie optreedt van dagzomende of aan het oppervlak gebrachte tertiaire klei, maar dit effect is slechts van korte duur.

Tijdens de constructiefase worden significant ecologische effecten verwacht op vislarven indien er geheid moet worden bij de installatie van monopiles of jacket funderingen.

Tijdens de exploitatiefase kan er een wijziging van biotoopkwaliteit verwacht worden door het rifeffect. Dit rifeffect zal de lokale diversiteit sterk verhogen door begroeiing van de geïntroduceerde harde substraten, die tevens een lokale organische aanrijking en dus biologische verrijking van het natuurlijke zandige substraat zal veroorzaken. Dit rifeffect is verder verantwoordelijk voor de aantrekking van heel wat vissen, waaronder steenbolk en kabeljauw, en grotere kreeftachtigen. De beide rifeffecten wordt het hoogst beoordeeld bij gebruik van gravitaire funderingen. De toegenomen aanwezigheid van artificiële harde substraten veroorzaakt een merkelijke toename van niet-inheemse soorten en de introductie van harde substraten dient bijgevolg tot het minimum te worden beperkt. Deze rifeffecten worden reeds onderzocht in de bestaande windmolenparken en wordt verwacht dat het Rentel project zich zal aansluiten bij deze monitoring.

Het uitsluiten van actieve bodemvisserij in de mogelijk aanwezige grindvelden wordt als ecologisch zeer positief beoordeeld.

Het mogelijke belang van de zone als paaiplaats voor haringachtigen, zandspieringen en andere vissoorten blijft een leemte in de kennis en zal onderzocht worden tijdens de monitoring.

Het Rentel project is voor wat betreft de effecten op benthos, epifauna en visgemeenschappen

aanvaardbaar voor zowel de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen, mits het naleven van een aantal voorwaarden. Wat betreft de te gebruiken technieken is er een voorkeur voor suction bucket en monopile funderingen aangezien deze zowel bij installatie als exploitatie de minste verstoring zullen veroorzaken voor het benthos en de visgemeenschappen.

19.2.7 Invloed op zeezoogdieren

Het meest algemene zeezoogdier in Belgische (en aanpalende Nederlandse) wateren is de bruinvis (*Phocoena phocoena*), die vooral algemeen voorkomt in het voorjaar, met mogelijk een tweede piek tijdens de zomer. In de zuidelijke Noordzee komt minstens seizoenaal een groot gedeelte van de Noordzeepopulatie voor. De andere zeezoogdieren komen in veel lagere aantallen voor in Belgische wateren en bijgevolg wordt bij het inschatten van de impact gefocust op bruinvissen.

De meest negatieve impact tijdens de constructiefase van het project kan verwacht worden bij het heien van palen, zowel van monopiles (hoge geluidsniveaus) als van jacketfunderingen (lagere geluidsniveaus, maar langere duur). Indien geen mitigerende maatregelen genomen worden, kunnen bruinvissen en andere zeezoogdieren verstoord worden tot op tientallen km afstand. De betekenis van de impact zowel op individuele dieren (met mogelijke tijdelijke gehoorschade) als op de populatie is niet gekend. Gezien voor suction bucket en gravitaire funderingen geen palen geheid worden, zal tijdens de constructiefase een dergelijk significante verstoring niet voorkomen. Ook scheepvaart en baggeren zullen een impact hebben op veel kleinere afstand dan heien. De zeehondenkolonies in Nederland (Zeeland) liggen sowieso te ver van het projectgebied om significant negatieve effecten te verwachten.

Tijdens de operationele fase zal het geluid veroorzaakt door de draaiende turbines, de golfslag tegen de funderingen en de stroming er rond, waarschijnlijk slechts een verwaarloosbare impact hebben op zeezoogdieren. Mogelijk zal een verhoogd voedselaanbod en een verminderde verstoring door scheepvaart en visserij een positief effect hebben. Dit betreft een leemte in de kennis en zal tijdens de monitoring onderzocht worden.

Het Rentel project is voor wat betreft de effecten op zeezoogdieren aanvaardbaar voor zowel de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen, mits het nemen van een aantal mitigerende maatregelen en het strikt naleven van een aantal voorwaarden: het heien van palen mag niet plaatsvinden tussen 1 januari en 30 april, er moeten akoestische toestellen voor het afschrikken/alarmeren van zeezoogdieren ingezet worden vóór de aanvang van het heien, de heioperaties dienen aan te vangen met een 'ramp-up' (of 'soft-start') procedure, het heien mag niet aanvangen, en dient te worden onderbroken, indien zeezoogdieren waargenomen worden op minder dan 500m van de heilocatie,...(zie hoofdstukken 7 en 11 van deze MEB). Wat betreft de te gebruiken technieken is er een voorkeur voor de suction bucket techniek of gravitaire funderingen aangezien deze bij installatie slechts een beperkte verstoring zullen veroorzaken.

19.2.8 Invloed op avifauna

Gezien het internationaal belang van het Belgisch deel van de Noordzee voor zeevogels moet er een

grondige analyse gebeuren van de effecten op de avifauna van de constructie en exploitatie van het Rentel project.

Tijdens de constructiefase worden volgende ecologische effecten op avifauna verwacht: verstoring door de verhoogde scheepsactiviteit, baggeractiviteiten en mogelijks heien. Indien er gravitaire funderingen worden geplaatst dan zal er, bij een worst case van 78 GBFs, tot ca. 14.000.000 m³ sediment worden gebaggerd en teruggestort met een verhoogde turbiditeit tot gevolg wat de foerageerefficiëntie van bepaalde kwetsbare soorten tijdelijk negatief kan beïnvloeden.

Tijdens de exploitatie zijn er verschillende effecten mogelijk van het windmolenpark op vogels:

- ze kunnen in aanvaring komen met een turbine of een andere structuur;
- ze kunnen het windmolenpark als een barrière zien tijdens de migratie;
- hun habitat wordt gewijzigd wat kan leiden tot vermijdings- of aantrekkingsgedrag.

Op basis van de huidige beschikbare kennis worden de effecten van het Rentel windmolenpark op de avifauna als aanvaardbaar beschouwd; dit voor alle mogelijke configuraties en technieken besproken in de MER. Er wordt verwacht dat de basisconfiguratie het minst negatieve effecten zal hebben op de avifauna, aangezien deze basisconfiguratie enerzijds het laagste aantal turbines betreft en aangezien anderzijds het laagste punt van de rotor van de in deze configuratie voorziene turbine 32m bedraagt.

Gezien de leemtes in de kennis betreffende de effecten van de exploitatie van de verschillende windmolenparken op de avifauna zal een lange-termijn monitoring nodig zijn om de effecten op de avifauna vast te stellen en eventuele mitigerende maatregelen te formuleren. Er is in het bijzonder bezorgdheid over de effecten op de Bijlage I soorten grote stern, visdief en dwergmeeuw die, tijdens de migratieperiodes, geconcentreerd in het gebied voorkomen.

19.2.9 Invloed op elektromagnetische velden

Elektromagnetische velden (EMV) die ontstaan in de buurt van de kabels bij het transport van elektriciteit zullen grotendeels teniet worden gedaan door de configuratie van drie aders in één kabel en door de afscherming rond de kabels. Dit wordt bevestigd door recente metingen in de operationele windmolenparken van C-Power en Belwind.

Deze EMV zijn waarneembaar door verschillende mariene organismen. Er vallen echter geen significante effecten te verwachten op die organismen door de geringe verhoging van die velden ter hoogte van de zeebodem in de nabijheid van de elektriciteitskabels.

Door kleine energieverliezen is er ook sprake van een lichte opwarming van de zeebodem in de onmiddellijke omgeving van die kabels. De geringe mate waarin dit het geval is en de begraving van de kabels zorgen ervoor dat dit geen nadelig effect zal hebben op de fauna die in of in de nabijheid van de bodem leeft.

Het project is aanvaardbaar voor wat betreft elektromagnetische velden en dit zowel voor de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen alsook de verschillende configuraties, mits het strikt naleven van een aantal voorwaarden met betrekking tot de ingraafdiepte en bedekking van de kabel. Dit advies is echter enkel van toepassing voor de parkkabels aangezien het traject van de exportkabel en de eventuele

aansluiting op een Elia-platform nog niet werden vastgelegd en de voorliggende vergunningsaanvraag de exportkabel niet omvat.

19.2.10 Invloed op andere menselijke activiteiten

Hieronder wordt een inschatting gemaakt van de invloed van de constructie en exploitatie van het voorgestelde Rentel windmolenpark op andere menselijke activiteiten in het Belgisch deel van de Noordzee (BDNZ). Deze omvatten visserij, maricultuur, scheepvaart, luchtvaart, zand- en grindwinning, baggeren en storten van baggerspecie, windenergie, militair gebruik, gaspijpleidingen en telecommunicatiekabels, toerisme en recreatie, wetenschappelijk onderzoek en oceanologische waarnemingen.

Indien er monopile of jacket funderingen geheid worden, dan zijn de mogelijke effecten van de constructie van het windmolenpark op de visserij negatief en grensoverschrijdend maar duidelijk beperkt in de tijd. Indien er gravitaire funderingen gebruikt worden of de suction bucket techniek gebruikt wordt om monopile en jacket funderingen te installeren, dan zijn de vermoedelijke effecten van de constructie van het windmolenpark op de visserij verwaarloosbaar.

De effecten van de exploitatie van het windmolenpark op de visserij zijn voor alle scenario's verwaarloosbaar gezien het huidige beperkte gebruik van het concessiegebied voor visserij.

De exploitatie van het windmolenpark creëert extra mogelijkheden voor wetenschappelijk onderzoek in het gebied.

De invloed van het voorgestelde windmolenpark op maricultuur, luchtvaart, baggeren en storten van baggerspecie, militair gebruik, windenergie, kabels en pijpleidingen zijn nihil of verwaarloosbaar.

Realisatie van het windmolenpark zou een beperkt effect hebben op de scheepvaartroutes gezien de aanwezigheid van reeds operationele windmolenparken ten noorden en ten zuiden van het Rentel project.

Wat betreft de te gebruiken technieken is er een voorkeur voor de suction bucket techniek aangezien deze bij installatie slechts een beperkte verstoring zal veroorzaken m.b.t. visserij in vergelijking tot het heien van monopile of jacket funderingen en in tegenstelling tot gravitaire funderingen niet vereisen dat er grote hoeveelheden extra zand gewonnen wordt in de bestaande concessiezones.

Het Rentel project is voor wat betreft de interactie met andere menselijke activiteiten aanvaardbaar voor zowel de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen, mits het strikt naleven een aantal voorwaarden.

19.2.11 Invloed op zeezicht

De turbines voorzien in het Rentel project komen op 31 km van de Belgische kust en zullen tot maximaal 189 m hoog boven zeespiegel komen.

Het zicht bedraagt jaarlijks maar in 10% van de tijd meer dan 20 km en slechts in 1% van de tijd meer dan 30km. Verder zullen mist, heigheid, neerslag, andere atmosferische condities en de aanwezigheid van de

meer nabijgelegen turbines van het C-Power en Norther project de zichtbaarheid van de Rentel turbines verder verminderen. De verlichting zal mede door de hoek waaronder ze schijnen, de afstand tot de kust en de hoogte van de waarnemer (meestal < 10m), slechts in zeldzame gevallen zichtbaar zijn.

De cumulatieve zichthoek van de hele windmolenzone blijft onder de in het verleden vooropgestelde 36° voor Blankenberge (BE) en Westkapelle (NL), de kustgemeenten met de grootste zichthoeken.

Uit bovenstaande wordt besloten dat de windmolens van dit project deels zichtbaar zullen zijn aan de kust bij zeer goede weersomstandigheden (~1% van de tijd). De turbines van het Rentel project zullen daarenboven hoogstwaarschijnlijk opgaan in het totaalbeeld met de windmolens van de ervoor gelegen parken. Er zal dus eerder een “verdichting” zichtbaar zijn in het geheel van de parken, eerder dan dat het Rentel park afzonderlijk zou onderscheiden worden door de eventueel grotere afmetingen van de windmolens. Het project is aanvaardbaar voor de discipline zeezicht en dit zowel voor de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen. Er wordt van Rentel verwacht dat het, net als de andere concessiehouders, bijdraagt tot de uitvoering van een socio- landschappelijke studie naar de invloed van de invulling van de Belgische windmolenzone op de waardering van het zeezicht en de eventuele economische gevolgen voor het kusttoerisme.

19.2.12 Invloed op cultureel erfgoed

Er bevinden zich twee gekende scheepswrakken ter hoogte van het concessiegebied van Rentel.

Op basis van de huidige kennis is het onmogelijk in te schatten wat de precieze invloed zal zijn van het project op verdronken paleolandschappen en eventueel aanwezige archeologische resten en fossiele zoogdierresten.

Voor de start van de bouwfase wordt een side scan sonar survey en een gedetailleerde multibeamopname uitgevoerd over het gebied en over het kabeltracé zodat, indien nodig, de activiteit zodanig aangepast kan worden dat er geen invloed is van de werkzaamheden op het cultureel erfgoed.

Het valt niet te verwachten dat de bouw en exploitatie van het Rentel windmolenpark, voor zowel de originele concessie als de mogelijke uitbreidingen, een negatieve invloed zullen hebben op het cultureel erfgoed mits inachtneming van een aantal voorwaarden.

19.2.13 Grensoverschrijdende effecten

De zone voorbehouden voor de productie van elektriciteit uit water, stromen of winden (KB 17/05/2004, gewijzigd bij KB 03/02/2011) in de Belgische zeegebieden bevindt zich langs de grens met de Nederlandse zeegebieden. De uitgebreide concessie van Rentel is dan ook gelegen tot op een afstand van ~500 meter van de Nederlandse grens. Vrijwel alle effecten die tot buiten het concessiegebied waarneembaar zijn ook zullen optreden in het Nederlands grondgebied. Voor een bespreking van deze effecten wordt verwezen naar de voorgaande onderdelen. Hieronder worden specifiek de effecten besproken van de realisatie van het Rentel windmolenpark op de NATURA 2000 gebieden in Nederland.

Eerst werd bepaald welke Nederlandse beschermde gebieden die zich binnen de potentiële beïnvloedingszone van het Rentel windmolenpark bevinden. Vervolgens werd op basis van de

instandhoudingsdoelstellingen en natuurwaarden van deze gebieden nagegaan of de realisatie van het Rentel project negatieve gevolgen voor deze instandhoudingsdoelstellingen en natuurwaarden met zich meebrengt.

De effecten op zeezoogdieren in de Nederlandse Natura 2000 gebieden worden als aanvaardbaar geacht, gezien ze tijdelijk en lokaal zullen zijn, gezien de afstand tot de zeehondenkolonies in de Nederlandse Delta, gezien het uitgebreide foerageergebied van zeehonden, gezien het ruime verspreidingsgebied van bruinvissen, en mits het naleven van de mitigerende maatregelen en voorwaarden geformuleerd in deze MEB. Er wordt verwacht dat de verstoring tijdelijk zal zijn en dat een volledig herstel zal optreden.

De BMM is van oordeel dat het Rentel project geen significant negatieve effecten zal hebben op de avifauna van de Nederlandse Natura 2000 gebieden en dat de instandhoudingsdoelstellingen van deze gebieden, voor wat betreft avifauna, niet in het gedrang komen door de realisatie van dit project. Dit omwille van de lage aanvaringskans van bijv. sterns, studies van het foerageergedrag van kleine mantelmeeuwen die wijzen op een voornamelijk terrestrische voedselbronnen, de mitigerende maatregelen en voorwaarden met betrekking tot onderwatergeluid en de beperkte verwachte verhoging van turbiditeit bij gebruik van gravitaire funderingen.

Tijdens de constructie- en exploitatiefase van het Rentel Windmolenpark worden geen veranderingen in de bodemdichtheid of bodemsamenstelling verwacht op Nederlandse NATURA 2000 gebieden en de instandhoudingsdoelstelling voor dit habitatype op Nederlandse bodem worden niet gehypothekeerd.

Alle in de Voordelta en de Vlakte van de Raan beschermde vissoorten zijn migrerende diadrome vissen. Voor de Voordelta zijn de instandhoudingsdoelstellingen voor vissen niet gekwantificeerd. Voor Vlakte van de Raan (Jak *et al.*, 2009) omvatten ze het behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied en de mogelijkheid voor uitbreiding van de populatie van deze vissen. De instandhoudingsdoelstellingen zullen door de constructie- en exploitatie van het Rentel windmolenpark niet aangetast worden.

19.2.14 Monitoring

Zowel in het milieu-effectenrapport (IMDC, 2012) als in de voorafgaande hoofdstukken van deze milieu-effectenbeoordeling komen een aantal onzekerheden en/of leemtes in de kennis aan bod met betrekking tot de effecten van de realisatie van het windmolenpark op het mariene milieu. Met mariene milieu wordt in eerste instantie verstaan het ecosysteem van de zeegebieden, met inbegrip van de fysische, chemische, geologische en biologische componenten ervan en de functionele verbanden tussen die componenten, maar ook ecosysteemfuncties en milieuwaarden van de zeegebieden die rechtstreeks of onrechtstreeks van nut zijn voor de gebruikers van de zee en de mens in het algemeen aanbelangen. In het kader van deze MEB werd een monitoringsplan opgesteld dat moet toelaten de directe en indirecte, secundaire, cumulatieve en synergetische, permanente en tijdelijke, positieve en negatieve effecten vast te stellen van de activiteit op het mariene milieu op korte, middellange en lange termijn. De uitvoering van dit monitoringsplan vormt één van de voorwaarden met betrekking tot de aanvaardbaarheid van het Rentel project.

19.3 Besluit

19.3.1 Aanvaardbaarheid

Op basis van de voorafgaande beoordelingen kan besloten worden dat de realisatie van het Rentel project aanvaardbaar is wat betreft de effecten op de disciplines behandeld in deze milieu-effectenbeoordeling; dit zowel voor de originele concessie als voor de drie uitbreidingsscenario's voorgesteld in het milieu-effectenrapport, als voor de verschillende configuraties en technieken voorgesteld in het milieu-effectenrapport. Deze aanvaardbaarheid is gekoppeld aan een inachtnaam van de toepasselijke mitigerende maatregelen en voorwaarden die in deze milieu-effectenbeoordeling geformuleerd worden en die tot doelstelling hebben om de impact op het mariene milieu, conflicten met andere gebruikers van het Belgisch deel van de Noordzee, schade aan het cultureel erfgoed, risico op verontreinigingen en grensoverschrijdende effecten te vermijden of op zijn minst tot een aanvaardbaar minimum te herleiden.

19.3.2 Aanbevelingen

Analyse van de verschillende alternatieven heeft uitgewezen dat de te verwachten effecten voornamelijk verschillen afhankelijk van de te gebruiken funderingstypes of installatietechnieken. Zo zal de installatie en gebruik van een gravitaire fundering slechts een beperkte verhoging van het achtergrondgeluid veroorzaken, waar stalen funderingen een duidelijke verhoging van het onderwatergeluidsniveau veroorzaken zowel tijdens exploitatie (lokaal) als tijdens het heien (over een zeer groot, grensoverschrijdend gebied). Daarentegen vereist de installatie van een groot aantal gravitaire funderingen (78 GBF in configuratie 1) dat er tot ca. 14.000.000 m³ sediment wordt gebaggerd en teruggestort wat een verhoogde turbiditeit en ernstige verstoring van het benthos met zich meebrengt terwijl dit voor de installatie van monopiles of jacketfunderingen beduidend minder zal zijn. Ook de rifeffecten zullen groter zijn bij gebruik van gravitaire funderingen. Op basis van de huidige beschikbare informatie lijkt de suction bucket techniek met stalen funderingen de minste effecten te veroorzaken op het mariene milieu aangezien deze bijvoorbeeld bij installatie slechts een beperkte verstoring zal veroorzaken m.b.t. onderwatergeluid in vergelijking tot het heien van monopile of jacket funderingen en in tegenstelling tot gravitaire funderingen niet vereisen dat er grote hoeveelheden extra zand gebaggerd en gestort wordt. Deze suction bucket techniek werd echter tot nog toe niet op grote schaal toegepast en het is bijgevolg niet zeker of deze installatietechniek een volwaardig alternatief vormt.

Het is aangewezen dat men bij de realisatie van het project de verdere ontwikkeling van de funderingstypes en installatietechnieken opvolgt en gebruik maakt van de best beschikbare bewezen technologische alternatieven (best practicable environmental option).

20. Referenties

- Adriansens, J., 2009. Vissen met quota – Belgische zeevisserij, Departement Landbouw en Visserij, Afdeling Monitoring en Studie.
- Alerstam, T., 1990. Bird migration. Cambridge University Press, Cambridge, 420 pp.
- Anoniem, 2004. Offshore wind farms: guidance note for environmental impact assessment in respect of FEPA and CPA requirements. Centre for environment, fisheries and aquaculture science (CEFAS) on behalf of the Marine Consents and Environment Unit (MCEU), 45 pp.
- Anoniem, 2011. ICES advice February 2011 on Sandeel, 32 pp.
- Arcadis, 2011. Milieueffectenrapport – Offshore North Sea Power windpark, 418 pp. + annexes.
- ASCOBANS, 2011. Summary Record of the 18th Meeting of the Advisory Committee. UN Campus, Bonn, Germany, 4-6 May 2011.
- Band, W., Madders, M. & Whitfield, D.P., 2007. Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. M. de Lucas, G.F.E. Janss & M. Ferrer. Birds and Wind Farms: Risk Assessment and Mitigation. Quercus. Madrid. pp. 259 – 275.
- Belgische Staat, 2012. Omschrijving van Goede Milieutoestand en vaststelling van Milieudoelen voor de Belgische mariene wateren. Kaderrichtlijn Mariene Strategie – Art 9 & 10. BMM, Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, Brussel, België, 34 pp.
- BERR – Department for Business Enterprise & Regulatory Reform in association with Defra, 2008. Review of cabling techniques and environmental effects applicable to the offshore wind farm industry. Technical report.
- Berrevoets, C.M., Strucker, R.C.W., Arts, F.A., Lilipaly, S.J. & Meininger, P.L.M., 2005. Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2003/2004: inclusief de tellingen in 2002/2003. RIKZ Rapport 2005.011. Middelburg, Nederland.
- BMM, 2004. Bouw en exploitatie van een windmolenpark op de Thorntonbank in de Noordzee: Milieueffectenbeoordeling van het project ingediend door de n.v. C-Power, 156 pp.
- BMM, 2006. Milieueffectenbeoordeling van de Aanvraag van de n.v. C-Power tot wijziging van de vergunning en machtiging voor het bouwen, inclusief de aanleg van kabels, en het exploiteren van een min 216 - max 300 MW farshore windenergiepark op de Thorntonbank, 45 pp.
- BMM, 2007. Milieueffectenbeoordeling van het BELWIND offshore windmolenpark op de Bligh Bank, 182 pp.

- BMM, 2009. Milieueffectenbeoordeling van het ELDEPASCO offshore windmolenpark op de Bank zonder Naam, 169 pp.
- Bolle, L.J., de Jong, C.A.F., Bierman, S. de Haan, D., Huijjer, T., Kaptijn, D., Lohman, M., Tribuhl, S., van Beek, P., van Damme, C.J.G., van den Berg, F., van der Heul, J., van Keeken, O., Wessels, P., Winter, E., 2011 Shortlist masterplan wind : effect of piling noise on the survival of fish larva (pilot study). Report IMARES Wageningen UR (C092/11), 138 pp.
- Bolle et al., 2011. Shortlist masterplan wind. Effect of piling noise on the survival of fish larvae (pilot study, 138 pp.
- Bonne, W., 2003. Benthic copepod communities in relation to natural and anthropogenic influences in the North Sea. Gent, Belgium: University of Gent, Ph.D. thesis, 289pp.
- Brabant R. & Jacques T.G., 2009. Research strategy and equipment for studying flying birds in wind farms in the Belgian part of the North Sea. In: Degraer, S. & Brabant, R. (Eds.) (2009) Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: State of the art after two years of environmental monitoring. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. Chapter 9, pp. 223-235.
- Brabant, R., S. Degraer en B. Rumes, 2011. Offshore wind energy development in the Belgian part of the North Sea en anticipated impacts: an update. In: Degraer, S., R. Brabant en B. Rumes (Eds.) (2011). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit, 157 pp. + annex.
- Brabant, R.; S. Degraer en B. Rumes, 2012. Offshore wind energy development in the Belgian part of the North Sea & anticipated impacts: an update in: Degraer, S.; R. Brabant & B. Rumes (Eds.). 2012. Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Heading for an understanding of environmental impacts. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit, 156 pp. + annex.
- Brabant, R., Vigin, L., Stienen, E.W.M., Vanermen, N. & Degraer, S., 2012. Radar research on the impact of offshore wind farms on birds: Preparing to go offshore. In: Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B., (Eds.) (2012). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Heading for an understanding of environmental impacts. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine ecosystem management unit. Chapter 8: 111-126.
- Brand, A.J., 2009. Wind power plant North Sea - Wind farm interaction, the effect of wind farming on mesoscale flow, ECN Wind Energy, Report ECN-E-09-041.
- Brandt, M.J., Diederichs, A., Betke, K. & Nehls, G., 2011. Responses of harbour porpoises to pile driving at the Horns Rev II offshore wind farm in the Danish North Sea. *Marine Ecology Progress Series* 421: 205–216.

- Brandt, M.J., Diederichs, A., Betke, K. & Nehls, G., 2012. Effects of Offshore Pile Driving on Harbor Porpoises (*Phocoena phocoena*). In: A.N. Popper & A. Hawkins (eds.), *The Effects of Noise on Aquatic Life. Advances in Experimental Medicine and Biology* 730. Springer Science and Business Media, DOI 10.1007/978-1-4419-7311-5_62.
- Bochert T. en Zettler M., 2004. Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 25: 498-502.
- Boyd I., Brownell B., Cato D., Clarke C., Costa D., Evans P., Gedanke J., Gentry R., Gisner B., Gordon J., Jepson P., Miller P., Rendell L., Tasker M., Tyack P., Vos E., Whitehead H., Wartzok D., Zimmer W. 2008. The effects of anthropogenic sound on marine mammals. A draft research strategy. European Science Foundation Marine Board Position paper 13, 92 pp.
- BritNed Development Limited, 2005. MER, SMB, Habitattoets BritNed-verbinding. Installatie, onderhoud en verwijdering. Rapport 9M3538, augustus 2005, 65 pp.
- Burd, AC, 1985. Recent changes in the central and southern North Sea herring stocks. *Can. J. Fish. Aquatic Sci.*, 42 (Suppl 1): 192-206.
- Buurma, L.S., 1987. Patronen van hoge vogeltrek boven het Noordzeegebied in Oktober. *Limosa*, 60: 63-74.
- Camphuysen, K.C.J., 2011. Lesser Black-backed Gulls nesting at Texel: Foraging distribution, diet, survival, recruitment and breeding biology of birds carrying advanced GPS loggers. Royal Netherlands Institute for Sea Research (Royal NIOZ), Marine ecology department. NIOZ-Report 2011-05, 75pp.
- CBD, 2012. Scientific synthesis on the impacts of underwater noise on marine and coastal biodiversity and habitats. Convention on Biological Diversity, UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/12. Online beschikbaar op: <http://www.cbd.int/doc/?meeting=SBSTTA-16>.
- Christensen, T.K., Clausager, I. en Petersen, I.K., 2003. Base-line investigations of birds in relation to an offshore wind farm at Horns Rev, and results from the year of construction. Commissioned report to Tech-wise A/S. National Environmental Research Institute, 65 pp.
- CEFAS, 2006. Scroby Sands Offshore Wind Farm – Coastal Processes Monitoring. Final Report for the Department of Trade and Industry. Contract AE0262, CEFAS Lowestoft Laboratory, Lowestoft, UK, 51 pp.
- CEFAS, 2010. Strategis review of offshore wind farm monitoring data associated with FEPA licence conditions. Project ME1117, August 2010, 42 pp.
- CMACS, 2003. A baseline assessment of electromagnetic fields generated by offshore windfarm cables. COWRIE Report EMF-01-2002 66, 71pp.
- Coates, D., J. Vanaverbeke, M. Rabaut and M. Vincx, 2011. Soft-sediment macrobenthos around offshore

- wind turbines in the Belgian Part of the North Sea reveals a clear shift in species composition. in: Degraer, S., R. Brabant & B. Rumes (Eds.), 2010. Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Part 3. Royal Belgian Institute of natural sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine Ecosystem Management Unit.
- Coates, D., Vanaverbeke, J.; Vincx, M., 2012. Enrichment of the soft sediment macrobenthos around a gravity based foundation on the Thorntonbank, in: Degraer, S. et al., (Ed.) (2012). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Heading for an understanding of environmental impacts, pp. 41-54.
- CONCERE-ENOVER, 2010. National renewable energy action plan http://ec.europa.eu/energy/renewables/transparency_platform/doc/national_renewable_energy_action_plan_belgium_en.pdf.
- Connor, D.W.; Allen J. H.; Golding, N.; Howell, K.L.; Lieberknecht, L.M.; Northen, K.; Reker, J.B., 2004. The Marine Habitat Classification for Britain and Ireland Version 04.05. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.
- Corten, A., 2001. Herring and Climate. PhD Thesis, Rijksuniversiteit Groningen, The Netherlands, 228pp.
- Cushing D.H., Burd A.C., 1957. On the herring of the southern North Sea. Fishery Investigations, London, Ser II, 20 (11): 1-31.
- Dalhoff, P. & F. Biehl., 2005. Ship Collision, Risk Analysis – Emergency systems – Collision dynamics, 11 pp.
- Degraer, S. & Vincx, M., 1995. Onderzoek naar de ruimtelijke variatie van het macrobenthos voor de Westkust in functie van de ecologische bijsturing van een kustverdedigingsproject. Eindrapport BNO/NO/1994 (AMINAL, ministerie van de Vlaamse Gemeenschap), Ghent University, Gent.
- Degraer, S., Vincx, M., Meire, P. & Offringa, H., 1999. The macrozoobenthos of an important wintering area of the Common scoter (*Melanitta nigra*). *Journal of the Marine Biological Association of the U.K.*, 79:243-251.
- Degraer, S., V. Van Lancker, G. Moerkerke, G. Van Hoey, K. Vanstaen, M. Vincx & J.-P. Henriët, 2003. Evaluation of the ecological value of the foreshore: habitat-model and macrobenthic side-scan sonar interpretation: extension along the Belgian Coastal Zone. Final report. Ministry of the Flemish Community, Environment and Infrastructure. Department. Waterways and Marine Affairs Administration, Coastal Waterways.
- Degraer S., J. Wittoeck, W. Appeltans, K. Cooreman, T. Deprez, H. Hillewaert, K. Hostens, J. Mees, W. Vanden Berghe & M. Vincx, 2006. De macrobenthosatlas van het Belgisch deel van de Noordzee. Federaal Wetenschapsbeleid, Brussel, België D/2005/1191/5, 164 pp.
- Degraer, S., E. Verfaillie, W. Willems, E. Adriaens, M. Vincx & V. Van Lancker, 2008. Habitat suitability modelling as a mapping tool for macrobenthic communities: An example from the

- Belgian part of the North Sea. *Continental Shelf Research*, 28(3):369-379. doi: 10.1016/j.csr.2007.09.001.
- Degraer, S., U. Braeckman, J. Haelters, K. Hostens, T. Jacques, F. Kerckhof, B. Merckx, M. Rabaut, E. Stienen, G. Van Hoey, V. Van Lancker & M. Vincx, 2009. Studie betreffende het opstellen van een lijst van potentiële Habitatrichtlijngebieden in het Belgische deel van de Noordzee. Final report i.o.v. FSP Environment, Marine Environment, 93 pp.
- Degraer, S., R. Brabant & B. Rumes, 2010. Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability. Royal Belgian Institute of natural sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine Ecosystem Management Unit, 212 pp.
- Degrendele, K.; Roche, M.; Schotte, P.; Van Lancker, V.; Bellec, V.; Bonne, W., 2010. Morphological evolution of the Kwinte Bank central depression before and after the cessation of aggregate extraction J. *Coast. Res.* SI 51: 77-86
- Dekoninck L. and Botteldooren D., 2010. C-Power Immissiemetingen bij de off-shore windturbines. Universiteit Gent report, 22pp.
- Dekoninck L. and Botteldooren D., 2011. Acoustical research C-Power Piling Phase 2, 27pp.
- De Maerschalck, V., K. Hostens, J. Wittoeck, K. Cooreman, Magda Vincx & S. Degraer, 2006. Monitoring van de effecten van het Thornton windmolenpark op de benthische macro-invertebraten en de visfauna van zachte substraten – Referentietoestand. Eindrapport. Ugent-DvZ report. MUMM.
- Department of Energy and Climate Change (DECC), 2008a. Review of Round 1 sediment process monitoring data – lessons learnt. A Report for the Research Advisory Group. Final Report, 23 pp + App., 107 pp.
- Department of Energy and Climate Change (DECC), 2008b. Dynamics of scour pits and scour protection – Synthesis report and recommendations (Milestones 2 and 3). A Report for the Research Advisory Group. Final Report, 18 pp + App., 96 pp.
- Derous, S., 2007. Marine Biological Valuation as a decision support tool for marine management. PhD dissertation, Ghent University, 298 pp.
- Desholm, M., Fox, A.D. en Beasley, P.D., 2005. Best practice guidance for the use of remote techniques for observing bird behaviour in relation to offshore wind farms (Cowrie), 94 pp.
- Diederich, S., 2005. Differential recruitment of introduced Pacific oysters and native mussels at the North Sea coast: coexistence possible? J. *Sea Res.* 53(4): 269-281.
- Dorst, L.L., 2009. Estimating Sea Floor Dynamics in the Southern North Sea to improve Bathymetric Survey Planning. Publications on Geodesy 69, Netherlands Geodetic Commission, Delft,

- September 2009, 220 pp.
- Drewitt, A.L. en Langston, R.H.W., 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. (*Ibis*) 148, 29 – 42.
- Dulière, V. en Legrand, S., 2011. Oil Spill drift study for Norther, 12pp.
- Ecolas NV, 2003. Milieueffectenrapport voor een Offshore windturbinepark op de Thorntonbank. Uitgevoerd in opdracht van C-Power, 241 pp. + app.
- Ellison, W.T., Southall, B.L., Clark, C.W. & Frankel, A.S., 2012. A new context-based approach to assess marine mammal behavioral responses to anthropogenic sounds. *Conservation Biology* 26: 21-28.
- Erickson, W.P., Johnson, G.D., Strickland, M.D., Young, D.P., Jr Sernja, K.J. & Good, R.E., 2001, Avian collisions with wind turbines: a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United States. Western EcoSystems Technology Inc. National Wind Coordinating Committee Resource Document. <http://www.nationalwind.org/publications/avian.htm>.
- European Commission, 2008. An Energy Policy for Europe – COM(2007)1, 28 pp.
- Eurostat, 2010. Electricity Statistics – Provisional Data for 2009. European Commission, 8 pp.
- Flemtek_IMDC, 2012. Radar en marifone communicatie – Windmolenpark Rentel – Radarstudie, 132 pp.
- Fox, A.D., Desholm, M., Kahlert, J., Christensen, T.K. en Petersen, I.B.K., 2006. Information needs to support environmental impact assessment of the effects of European marine offshore wind farms on birds (*Ibis*) 148, 129 – 144.
- Fujii, T., 2012. Reef effect of offshore artificial structures on the distribution of gadoid fishes in the North Sea. The International Conference on the Environmental Interactions of Marine Renewable Energy Technologies (EIMR), Orkney, UK, May 2012.
- Galagan, C., T. Isaji and C. Swanson, 2005. Estimates of seabed scare recovery from jet plow cable burial operations and possible cable exposure on Horseshoe Shoal from sand wave migration. ASA Report 05-128, Appendix 3.14-A, 16 pp.
- Geelhoed, S., Scheidat, M., Aarts, G., van Bemmelen, R., Janinhoff, N., Verdaat, H. & Witte, R., 2011. Shortlist masterplan wind aerial surveys of harbour porpoises on the Dutch Continental Shelf. IMARES, Wageningen Report number C103/11.
- Gerdes, G., Jansen, A., Rehfeldt, K., Teske, S., 2005. Offshore Wind Energy – Implementing a New Powerhouse for Europe. Grid connection, environmental impact assessment, 164 pp.
- Germanischer Lloyd, 2003. Offshore wind energy park Thorntonbank. Technical risk analysis. Report nr.GL-O-03-291, 145 pp.

- Giardino, A., D. Van den Eynde and J. Monbaliu, 2008. Wave effects on the morphodynamic evolution of an offshore sand bank. Accepted for publication in *Journal of Coastal Research*, Special Volume on the Eumarsand project.
- Gill, A.B. & Taylor, H., 2001. The potential effects of electromagnetic fields generated by cabling between offshore wind turbines upon elasmobranch fishes. Countryside Council for Wales, Contract Science Report 488.
- Gill, A.B., Gloyne-Phillips, I., Neal, K.J. & Kimber, J.A., 2005. Cowrie 1.5 Elektromagnetic Fields Review: The potential effects of electromagnetic fields generated by sub-sea power cables associated with offshore wind farm developments on electrically and magnetically sensitive marine organisms – a review, 90pp.
- Gill A., Huang Y., Gloyne-Phillips I., et al., 2009. EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub-sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. COWRIE report. Ref EP-2054-ABG, 68 pp.
- Gordon J., Thompson D., Gillespie D., Lonergan M., Calderan S., Jaffey B and Todd V., 2007. Assessment of the potential for acoustic deterrents to mitigate the impact on marine mammals of underwater noise arising from the construction of offshore windfarm. COWRIE report DETER-01-2007.
- Grontmij, 2006. Offshore windpark Katwijk – Milieueffectrapport. Definitief. In opdracht van WEOM, 335 pp.
- Grontmij Vlaanderen, 2010. Monitoring van de effecten van far-shore windmolenparken op het landschap- deel socio-landschappelijk onderzoek: eindrapport, 146 pp.
- Haelters J., Norro A. & Jacques T., 2009. Underwater noise emission during the phase I construction of the C-Power wind farm and baseline for the Belwind wind farm. In Degraer S. & Brabant R. Ed. Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea. State of the art after two years of environmental monitoring. MUMM Bruxelles, 2009, 288 pp. and 7 annexes.
- Haelters, J., 2009. Monitoring of marine mammals in the framework of the construction and exploitation of offshore windfarms in Belgian marine waters. In: S. Degraer & R. Brabant (Eds.). Offshore windfarms in the Belgian part of the North Sea: State of the art after two years of environmental monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Department MUMM, Chapter 10: 237-266.
- Haelters, J., Kerckhof, F., Jacques, T.G. & Degraer, S., 2011a. The harbour porpoise *Phocoena phocoena* in the Belgian part of the North Sea: trends in abundance and distribution. *Belgian Journal of Zoology* 141: 75-84.
- Haelters, J., Kerckhof, F., Vigin, L. & Degraer, S., 2011b. Offshore windfarm impact assessment: monitoring of marine mammals during 2010. In: Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B. Offshore

- wind farms in the Belgian part of the North Sea: selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels. pp. 131-146.
- Henriet, J.-P., Versteeg, W., Staelens, P., Vercruysse, J. & Van Rooij, D., 2006. Monitoring van het onderwatergeluid op de Thorntonbank: referentietoestand van het jaar nul, eindrapport. Studie in opdracht van het KBIN/BMM, rapport JPH/2005/sec15, Renard Centre of Marine Geology Ghent University, Belgium July.
- Houziaux, J.-S., Kerckhof, F., Degrendele, K., Roche, M. & Norro A., 2008. The Hinder banks: Yet an important region for the Belgian marine biodiversity ('HINDERS'). Belgian Science Policy Office, Final report, 123 pp. + 131 pp. Annexes.
- Huddelston, J. (ed), 2010. Understanding the environmental impacts of offshore windfarms COWRIE, 138 pp.
- Hüppop, O., Dierschke, J., Exo, K.M., Fredrich, E. en Hill R., 2006. Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines, *Ibis* 148: 90-109.
- Hvidt, C.B., 2004. Electromagnetic fields and the effect on fish. Results from the investigations at Nysted Offshore Wind Farm. Presentation held at the conference Offshore Wind Farms and the Environment, Billund (DK) September 22nd 2004.
- IJzer, S., 2010. Influence of surface waves on sand wave migration and asymmetry. Graduation report, June 2010, Dep. Civiele Techniek en Management, Universiteit Twente, 96 pp.
- IMDC, 2012a. Milieueffectenrapport – Windmolenpark Rentel, 685 pp. + annexes.
- IMDC, 2012b. Environmental Impact Assessment windmill farm Rentel. Numeric modelling of dredge plume dispersion. IMDC Report I/RA/11397/12.114/VBA, 58 pp.
- IMDC, 2012c. Environmental Impact Assessment windmill farm Rentel. Numeric modelling of sediment transport. IMDC Report I/RA/11397/12.072/LWA, 47 pp.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp. Martínez, E., F. Sanz, S. Pellegrini, E. Jimenez & J. Blanco (2009). Life cycle assessment of a multi-megawatt wind turbine. *Renewable Energy* 34: p. 667-673.
- IWC, 2012. Report of the workshop on interactions between marine renewable projects and cetaceans worldwide. International Whaling Commission Report SC/64/Rep6, Panama City, Panama, 8-10 juni 2012, 32 pp.
- JNCC, 2012. SACFOR abundance scale used for both littoral and sublittoral taxa from 1990 onward. <http://jncc.defra.gov.uk/page-2684> (page accessed on 10/10/2012).
- Johnson, G.D., Erickson, W.P., Strickland, M.D., Shepherd, M.F., Shepherd, D.A. & Sarappo, S.A., 2002.

- Collision mortality of local and migrant birds at a large-scale windpower development on Buffalo Ridge, Minnesota. *Wildlife Soc. Bull.* 30: 879–887.
- Karlsson, J., 1983. Faglar och vindkraft. Lund, Sweden: Ekologihuset.
- Kerckhof, F., J., Haelters & S., Gollasch, 2007. Alien species in the marine and brackish ecosystem: the situation in Belgian waters. *Aquatic Invasions* 2(3): 243-257.
- Kerckhof, F., A., Norro & T.G., Jacques, 2009. Early colonisation of a concrete offshore wind mill foundation by marine biofouling on the Thornton Bank (southern North Sea), in: Degraer S. & Brabant R. (Eds.) Offshore windfarms in the Belgian part of the North Sea: State of the art after two years of environmental monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine Ecosystem Management Unit, pp. 39-51.
- Kerckhof, F.; Rumes, B.; Norro, A.; Jacques, T.G.; Degraer, S., 2010. Seasonal variation and vertical zonation of the marine biofouling on a concrete offshore windmill foundation on the Thornton Bank (southern North Sea), in: Degraer, S. et al., (Ed.) (2010). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability, pp. 53-68, details.
- Kerckhof, F.; Rumes, B.; Jacques, T.; Degraer, S.; Norro, A., 2010. Early development of the subtidal marine biofouling on a concrete offshore windmill foundation on the Thornton Bank (southern North Sea): first monitoring results Underwat. Technol. 29(3): 137-149.
- Kerckhof, F.; Degraer, S, Norro, A.; Rumes, B., 2011. Offshore intertidal hard substrata: a new habitat promoting non-indigenous species in the Southern North-Sea: An exploratory study.
- Kerckhof, F.; Rumes, B.; Norro, A.; Houziaux, J.-S.; Degraer, S., 2012. A comparison of the first stages of biofouling in two offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea, in: Degraer, S. et al., (Ed.) (2012). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Heading for an understanding of environmental impacts, pp. 17-39.
- Kirshvink, J.L., 1997. Magnetoreception: homing in on vertebrates. *Nature* 390: 339-340.
- Klaustrup, M., 2006. Few effects on the fish communities so far. Pp. 64-79 in: DONG Energy Vattenfall, The Danish Energy Authorities and The Danish Forest and Nature Agency (eds.) Danish Offshore Wind – Key Environmental Issues. PrinfoHolbæk, Hedehusene. Available from <http://ens.netboghandel.dk/english/PUBL.asp?page=publ&objno=16288226>
- Koops, F. B. J. , 2000. Electric and magnetic fields in consequence of undersea power cables. In: ICNIRP: Effects of Electromagnetic Fields on the Living Environment, pp. 189 – 210.
- Kornman, A.B & van Maldegem, D.C., 2002. Evaluatie van de effecten van het verspreiden van Boomse Klei in de Westerschelde. Eindrapportage monitoring boorspecie. Rapport RIKZ 2002.052., 36 pp.

- Krijgsveld, K.L., Fijn, R.C., Heunks, C., van Horssen, P.W., de Fouw, J., Collier, M., Poot, M.J.M., Beuker, D. & Dirksen S., 2010. Effect studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee: Progress report on fluxes and behaviour of flying birds covering 2007 & 2008, 103 pp.
- Krijgsveld, K.L., Fijn, R.C., Japink, M., van Horssen, P.W., Heunks, C., Collier, M.P., Poot, M.J.M., Beuker, D. & Dirksen, S., 2011. Effect studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee, Final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds. Bureau Waardenburg, 330 pp.
- Lanckneus, J., V. Van Lancker, G. Moerkerke, D. Van den Eynde, M. Fettweis, M. De Batist and P. Jacobs, 2001. Investigation of the natural sand transport on the Belgian Continental Shelf (BUDGET). Final Report. Federal Office for Scientific, Technical and Cultural Affairs, (OSTC), 104 pp. + 87 pp.
- Lauwaert, B.; Bekaert, K.; Berteloot, M.; De Brauer, D.; Fettweis, M.; Hillewaert, H.; Hoffman, S.; Hostens, K.; Mergaert, K.; Moulaert, I.; Parmentier, K.; Vanhoe, G.; Verstraeten, J., 2008. Syntheserapport over de effecten op het maritieme milieu van baggerspeciestorringen (vergunningperiode 2006-'08). Afdeling Maritieme Toegang/BMM/ILVO/Vlaamse Overheid. Afdeling Kust[S.l.]. 128 + 2 maps, CD-ROM pp.
- Lauwaert, B., K. Bekaert, M. Berteloot, A. De Backer, J. Derweduwen, A. Dujardin, M. Fettweis, H. Hillewaert, S. Hoffman, K. Hostens, S. Ides, J. Janssens, C. Martens, T. Michiels, K. Parmentier, G. Van Hoe, and T. Verwaest, 2009. Synthesis report on the effects of dredged material disposal on the marine environment (licensing period 2008-2009). MUMM, ILVO, CD, aMT, WL report BL/2009/01, 73 pp. http://www.mumm.ac.be/Downloads/News/synthesis_report_PW_2009.pdf.
- LeBlanc Makmar, S., K. Ahle, S.A. Nielsen & L.B. Ibsen, 2009. The Monopod Bucket Foundation : recent experiences and challenges ahead. In: European Offshore Wind 2009 Conference Proceedings. European Offshore Wind Conference 2009.
- Leopold, M.F. & Camphuysen, K.C.J., 2007. Did the pile driving during the construction of the Offshore Wind Farm Egmond aan Zee, the Netherlands, impact local seabirds, NoordzeeWind Rapport OWEZ R 221 Tc 20070525, 28 pp.
- Leopold, M.F., Camphuysen, C.J., Verdaat, H., Dijkman, E.M., Meesters, H. W. G., Aarts, G. M., Poot, M. & Fijn, R., 2009. Local Birds in and around the Offshore Wind Park Egmond aan Zee (OWEZ) (T-0 en T-1) IMARES, Wageningen UR Report number: OWEZ R 221 T1 20100329, pp. 269.
- Leopold, M.F., Dijkman, E.M., Teal, L. & the OWEZ-Team, 2010. Local Birds in and around the Offshore Wind Park Egmond aan Zee (OWEZ) (T-0 & T-1, 2002-2010) IMARES, Wageningen UR Report number: OWEZ R 221 T1 20111220, pp. 269.
- Lindeboom, H.J., Kouwenhoven, H.J., Bergman, M.J.N., Bouma, S., Brasseur, S., Daan, R., Fijn, R.C., de Haan, D., Dirksen, S., van Hal, R., Hille Ris Lambers, R., terHofstede, R., Krijgsveld, K.L., Leopold, M. & Scheidat, M., 2011. Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone: a compilation *Environmental Research Letters* 6 (2011) 035101 (13pp).

- Lucke K., Lepper P., Blanchet MA. and Siebert U. 2011. The use of an air bubble curtain to reduce the received sound levels for harbour porpoises. *J. Acoust. Soc. Am.* 130(5), pp 3406-3412.
- Marin, 2011a. Veiligheidsstudie offshore windpark North Sea Power, 84 pp.
- Marin, 2011b. Veiligheidsstudie offshore windpark North Sea Power, 97 pp.
- Martinez, E.; F. Sanz; S. Pellegrini; E. Jiménez & J. Blanco, 2009. Life cycle assessment of a multi-megawatt wind turbine. *Renewable energy* 34: pp. 667-673.
- Martinez, E.; E. Jiménez; J. Blanco & F. Sanz, 2010. LCA sensitivity analysis of a multi-megawatt wind turbine. *Applied energy* 87: pp. 2293–2303.
- Masden, E.A., D.T. Haydon, A.D. Fox, R.D. Furness, R. Bullman & M. Desholm, 2009. Barriers to movement: impacts of wind farms on migrating birds. *ICES Journal of Marine Science* 66: 746-753.
- Masden, E.A., Fox, A.D., Furness, R.W., Bullman, R., & Haydon, D.T., 2010. Cumulative impact assessments and bird/wind farm interactions: developing a conceptual framework. *Environmental Impact Assessment Review*. *Environmental Impact Assessment Review*. 30:1-7.
- Mathys, P., V. Meirschaeft, J. Portilla, J. De Rouck, G. De Volder & L. Dewilde, 2009. OPTIEP-BCP: Optimalisering van de basiskennis over het energiepotentieel op het Belgisch Continentaal Plat. In opdracht van het Federaal Wetenschapsbeleid, Strategische Prioriteiten van de Federale Overheid (AP/42), 192 pp.
- Mathys, M., 2009. The Quaternary geological evolution of the Belgian Continental Shelf, southern North Sea. Unpublished PhD thesis, Universiteit Gent, XXIV, 382, annexes.
- McA & Qinetiq, 2004. Results of the electromagnetic investigations and assessments of marine radar, communications and positioning systems undertaken at the North Hoyle wind farm by Qinetiq and the Maritime and Coastguard agency, 84pp.
- Mitchell A., E. McCarthy, E. Verspoor, 1998. Discrimination of the North Atlantic lesser sandeels *Ammodytes marinus*, *A. tobianus*, *A. dubius* and *Gymnammodytes semisquamatus* by mitochondrial DNA restriction fragment patterns. *Fisheries Research* 36: 61–65.
- Mott Mc Donald, 2011. Bligh Bank offshore wind farm. MUMM project monitoring. Concluding report executive summary, 16 pp
- Morell, M., Degollada, E., Alonso, J.M., Jauniaux, T. & Andre, M., 2009. Decalcifying odontocete ears following a routine protocol with RDO (R). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 376: 55-58.
- Morelissen, R., S. Hulscher, M.A.F. Knaapen, A.A. Németh and R. Bijker, 2003. Mathematical modelling

- of sand wave migration and the interaction with pipelines. *Coastal Engineering* 48, pp.197-209.
- Mueller-Blenkle, C., McGregor, P.K., Gill, A.B., Andersson, M.H., Metcalfe, J., Bendall, V., Sigra, P., Wood, D.T. & Thomsen, F., 2010. Effects of Pile-driving Noise on the Behaviour of Marine Fish. COWRIE Ref: Fish 06-08, Technical Report 31st March 2010.
- Muller A and Zerbs C, 2011. Offshore wind farms. Measurement instruction for waterborne sound measurements. Muller-BBM GmbH, 21 pp.
- Munk Peter, Jorgen Nielsen, 2005. Eggs and larvae of North Sea Fishes. ISBN: 978-87-913-1924-2.
- Murphy, S., Tougaard, J., Wilson, B., Benjamins, S., Haelters, J., Lucke, K., Werner, S., Brensing, K., Thompson, D., Hastie, G., Geelhoed, S., Braeger, S., Lees, G., Davies, I., Graw, K.-U. & Pinn, E., 2012. Assessment of the marine renewables industry in relation to marine mammals: synthesis of work undertaken by the ICES Working Group on Marine Mammal Ecology (WGMME). International Whaling Commission, IWC/64/SC MRED1, 71 pp.
- Murray, R.W., 1974. The ampullae of Lorenzini, In *Electroreceptors and other specialized organs in lower vertebrates*, (ed. A. Fessard). Springer-Verlag, New-York: 125-146.
- Nedwell J.R. and Howell D. A review of offshore windfarm related underwater noise sources, (2004). Report N° 544 R 0308 COWRIE oct 2004, 57 pp.
- Nehls G., Betke K., Eckelmann S. & Ros, M., 2007. Assessment and cost of potential engineering solutions for the mitigation of the impacts of underwater noise arising from the construction of offshore windfarms. Cowrie report ENG-01-2007, 48 pp.
- Németh, A.A., 2003. Modelling offshore sand waves. PhD Thesis, University of Twente, 141 pp.
- Newell, R.C.; L.J. Seiderer and Hitchcock, D.R., 1998. The impact of dredging works in the coastal waters; a review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. *Oceanography and Marine Biology, Ann. Rev.*, 36, 127-178.
- Nielsen, P., 2003. Offshore Wind Energy Projects Feasibility Study Guidelines, SEAWIND, Altener project 4, 35 pp.
- NIRAS Consulting Engineers and Planners A/S. , 2009. Barrow Offshore Wind Farm. Post Construction Monitoring Report. Year 2.
- Norro A., J.Haelters, B.Rumes and S.Degraer, 2010. Underwater noise produced by the piling activities during the construction of the Belwind offshore wind farm (Bligh Bank, Belgian marine waters). In Degraer, s., r. Brabant, b. Rumes ed., *Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea. Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability*, 212 pp.
- Norro, A., J. Haelters, B. Rumes & S. Degraer, 2010. Underwater noise produced by the piling activities

- during the construction of the Belwind offshore wind farm (Bligh Bank, Belgian marine waters), in: Degraer, S., R. Brabant & B. Rumes (Eds.) (2010). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability. pp. 37-52 Petersen, J.K. & T., Malm (2006) Offshore wind mill farms: threats to or possibilities for the marine environment. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 35: 75-80.
- Norro A., B.Rumes and S.Degraer, 2011. Characterisation of the operational noise, generated by offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea. in Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B. (Eds.) (2011). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit, 157 pp. + annexes.
- Norro, A., Rumes, B. & Degraer, S., 2012. Differentiating between underwater construction noise of monopile and jacket foundation wind turbines: A case study from the Belgian part of the North Sea. In: Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B., (Eds.), 2012, Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Heading for an understanding of environmental impacts. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine ecosystem management unit. 155 pp. + annexes. Chapter 10: 145-155.
- Nowacek, D.P., Thorne, L.H., Johnston, D.W.& Tyack, P.L., 2007. Responses of cetaceans to anthropogenic noise. *Mammal Review* 37: 81-115.
- NRC, 2005. National Research Council. Marine Mammal Populations and Ocean Noise. Determining when noise causes biologically significant effects. The national academies press. Washington DC, 126 pp.
- Orejas C., T., Joschko, A. Schröder, J., Dierschke, M., Exo, E., Friedrich, R., Hill, O., Hüppop, F., Pollehne, M.L., Zettler, R., Bochart, 2005. Ökologische Begleitforschung zur Windenergienutzung im Offshore-Bereich auf Forschungsplattformen in der Nord- und Ostsee (BeoFINO), AP2 Prozesse im Nahbereich der Piles Nordsee. 161 – 234.
- OSPAR Commission, 2012. OSPAR Guidelines on Artificial Reefs in relation to Living Marine Resources. 5 pp.
- OSPAR Commission, 2008. Background Document on potential problems associated with power cables other than those for oil and gas activities, 50 pp.
- Pearson, T.H., 1968. The feeding biology of sea-bird species breeding on the Farne Islands, Northumberland. *Journal of Animal Ecology* 37: 521-552.
- Petersen, I.K., Christensen, T.K., Kahlert, J., Desholm, M. & Fox, A.D., 2006. Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. NERI Report request. Commissioned by DONG energy and Vattenfall A/S. National Environmental Research Institute. Ministry of the Environment. Department of Wildlife Ecology and Biodiversity, 161 pp.
- Peire, K., H. Nonneman. & E. Bosschem, 2009. Gravity base foundations for the Thornton bank offshore

- wind farm. *Terra et Aqua* 115: pp. 19-29.
- Pieters, M., Demerre, I., Lenaerts, T., Zeebroek, I., De BIE, M., De Clercq, W., Dickinson, B., Monsieur, P., 2010. De Noordzee: een waardevol archief onder water. Meer dan 100 jaar onderzoek van strandvondsten en vondsten uit zee in België: een overzicht. *Relicta* 6, pp. 177-218.
- Plonczkier, P. & Simms, I.C., 2012. Radar observations of migrating pink-footed geese: behavioural responses to offshore wind farm development. *Journal of Applied Ecology*. doi: 10.1111/j.1365-2664.2012.02181.x
- Poléo, A.B.S., Johannessen, H.F., and Harboe, M. 2001. High voltage direct current (HVDC) sea cables and sea electrodes: effects on marine life. 1st. revision of the literature study. University of Oslo, Report, 50 pp.
- Poot, M.J.M., van Horssen, P.W., Collier, M.P., Lensink, R., Dirksen, S., 2011. Effect studies Offshore Wind Egmond aan Zee: cumulative effects on seabirds. A modelling approach to estimate effects on population levels in seabirds, 247 pp.
- Postuma, K.H., Saville, A. & Wood, R.J., 1977. Herring spawning grounds in the North Sea. ICES Cooperative Research Report n°61. 60 p.
- Prins, T.C., van Beek, J.K.L. & Bolle, L.J., 2009. Modelschatting van de effecten van heien voor offshore windmolenparken op de aanvoer van vislarven naar Natura 2000. Deltares rapport Z4832.
- Properzi, S. and H. Herk-Hansen, Life cycle assessment of a 150 MW offshore wind turbine farm at Nysted/Roedsand, Denmark. *International Journal of Environment and Sustainable Development*, 2002. 1(2): p. 113-121.
- Ramboll, 2009. Anholt Offshore Wind Farm – Analysis of risks to ship traffic, 150 pp.
- Reise, K., 1998. Pacific oysters invade mussel beds in the European Wadden Sea. *Senckenberg. Marit.* 28, 167-175.
- Rentel NV, 2012. Bijlage Informatie omtrent (seismisch) grondonderzoek, 8 pp.
- Reubens, J.; Degraer, S.; Vincx, M., 2009. The importance of marine wind farms, as artificial hard substrates, on the North Sea bottom for the ecology of the ichthyofauna, in: Degraer, S. et al., (Ed.) (2009). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: State of the art after two years of environmental monitoring. Royal Belgian Institute of natural sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine Ecosystem Management Unit, pp. 53-60.
- Reubens, J., Degraer, S. & Vincx, M., 2010., The importance of marine wind farms, as artificial hard substrata, for the ecology of the ichthyofauna. In: Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B., (Eds.), 2010, Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit,

- 184 pp. + annexes.
- Reubens, J.T., S. Degraer & M. Vincx, 2011a. Aggregation and feeding behaviour of pouting (*Trisopterus luscus*) at wind turbines in the Belgian part of the North Sea. *Fisheries Research*. 108 (1): 223 – 227.
- Reubens, J., S. Degraer & M. Vincx, 2011 b. Spatial and temporal movements of cod (*Gadus morhua*) in a wind farm in the Belgian part of the North Sea using acoustic telemetry, a VPS study. in: Degraer, S., R. Brabant & B. Rumes (Eds.) (2010). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Part 3. Royal Belgian Institute of natural sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine Ecosystem Management Unit.
- Reubens, J., Degraer, S. & Vincx, M., 2011. Spatial and temporal movements of cod (*Gadus morhua*) in a wind farm in the Belgian part of the North Sea using acoustic telemetry, a VPS study. In: Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B., (Eds.), 2011, Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. Chapter 5, pp. 39-46.
- Richardson, W.J., Greene, C.R., Jr., Malme, C.I. & Thomson, D.H., 1995. Marine Mammals and Noise. New York: Academic Press, 576 pp.
- Richardson, W.J., 2000. Bird Migration and Wind Turbines: Migration Timing, Flight Behaviour, and Collision Risk. Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting II, 132–140. <http://Www.Nationalwind.Org/Publications/Avian.Htm>
- Robinson S., Theobald P., Hayman G., Wang L., Mepper P., Humphrey S., Mumford S. 2011. Measurement of noise arising from marine aggregate dredging operations. MALSF (MEPF Refno.09/P108) MALSF 144pp.
- Roos, P.C., 2008. Wie een kuil graaft, Conceptueel, 17, 2, 8-11.
- Rumes, B., Di Marcantonio, M., Brabant, R., Dulière, V., Degraer, S., Haelters, J., Kerckhof, F., Legrand, S., Norro, A., Van den Eynde, D., Vigin, L. & Lauwaert, B., 2011. Milieueffectenbeoordeling van het NORTHER offshore windmolenpark ten zuidoosten van de Thorntonbank. BMM, Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Brussel, 190 pp.
- SCANS II, 2008. Small Cetaceans in the European Atlantic and North Sea (SCANS II). Final Report to the European Commission under project LIFE04NAT/GB/000245. Available from SMRU, Gatty Marine Laboratory, University of St Andrews, St Andrews, Fife, KY16 8LB, UK.
- Rustemeier, J., Griebmann, T and Rolfes R, 2011. Use of bubble curtains to mitigate hydro sound levels at offshore construction sites. In Underwater Acoustic Measurements Conference proceedings. Papadakis J and Bjorno L (ed), pp 779-784.
- Saleem Z. 2011. Alternatives and modifications of tMonoplie foundation or its installation technique for

- noise mitigation. TUDelft Report 67 pp. TUDelft University.
- Schaeck, M., 2011. Seasonal dynamics in the contribution of artificial hard substrated to the diet of pouting (*Trisopterus luscus*) and atlantic cod (*Gadus morhua*) in the Belgian part of the North Sea. M.Sc. Thesis, Ghent University, Gent, Belgium, 47 pp.
- SCOS, 2011. Scientific advice on matters related to the management of seal populations: 2011. Sea Mammal Research Unit, St.-Andrews, Scotland, 127 pp.
- Seys, J., Offringa, H., Van Waeyenberge, J., Meire, P. & Kuijken, E., 1999. Ornitologisch belang van de Belgisch maritieme wateren: naar een aanduiding van kensoorten en sleutelgebieden. Nota IN 99/74.
- Shapiro, A.D., Tougaard, J., Jørgensen, P.B., Kyhn, L.A., Balle, J.D., Bernardez, C., Fjälling, A., Karlsen, J. & Wahlberg, M., 2008. Transmission loss patterns from acoustic harassment and deterrent devices do not always follow geometrical spreading predictions. *Marine Mammal Science* 25(1): 53–67; doi: 10.1111/j.1748-7692.2008.00243.x
- Simonini, R., I. Ansalonia, P. Boninia, V. Grandia, F. Graziosia, M. Iottia, G. Massamba-N'Sialaa, M. Mauria, G. Montanarib, M. Pretic, N. De Nigrisc, D. Prevedellia, 2007. Recolonization and recovery dynamics of the macrozoobenthos after sand extraction in relict sand bottoms of the Northern Adriatic Sea. *Marine Environmental Research*. 64 (5): 574-589
- Sips, H.J.J., 1988. Het belang van grindbodems in de Noordzee als paaipplaats voor deharing (*Clupea harengus* L.); voorstudie en onderzoeksvoorstel. Bureau Waardenburg bv, rapport 88.20., 19pp.
- Smith, E., 2002. BACI design. in: El-Shaarawi, A.H. and W.W. Piegorsch (Eds.). Encyclopedia of Environmetrics. Volume 1, pp 141–148. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester.
- Stienen, E.W.M.; van Beers, P.W.M.; Brenninkmeijer, A.; Habraken, J.M.P.M.; Raaijmakers, M.H.J.E.; van Tienen, P.G.M., 2000. Reflections of a specialist: patterns in food provisioning and foraging conditions in sandwich tern *Sterna sandvicensis*. *Ardea* 88 (1): 33-49.
- Stienen, E.W.M., Van Waeyenberge, J. & Kuijken, E., 2002. De avifauna en zeezoogdieren van de Thorntonbank. Studie ter beoordeling en monitoring van de impact van een offshore windpark op de mariene avifauna en zeezoogdieren. Rapport IN.A.2002.244, Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, 60 pp.
- Stienen, E.W.M. & Kuijken, E., 2003. Het belang van de Belgische zeegebieden voor zeevogels. Rapport IN.A.2003.208.
- Stienen, E.W.M., Van Waeyenberghe, J. & Kuijken, E., 2007. Trapped within the corridor of the southern North Sea: the potential impact of offshore wind farms on seabirds. In: de Lucas, M., Guyonne, F.E. en Ferrer, M., 2007. Birds and wind farms: risk assessment and mitigation, pp. 71 – 80.
- Strucker, R.C.W., Arts, F.A. & Lilipaly, S., 2012. Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta

- 2010/2011. RWS Waterdienst rapport BM 12.07. Vlissingen, Nederland: Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat.
- Sundermeyer, J., Lucke, K., Driver, J., Dähne, M., Teilmann, J., Wahlberg, M. & Siebert, U., 2011. Validation of the auditory tolerance limit in harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) for exposure to construction noise from windmill turbines. ESOMM-2011 4th Conference on the Effects of Sound in the Ocean on Marine Mammals. Amsterdam, The Netherlands, 5-9 September 2011 (poster).
- Tasker M.L., Amundin M., Andre M., Hawkins A., Lang B., Merck T., Sholik-Scholmer A., Teilmann J., Thomsen F., Werner S., Zakharia M, 2010. Indicator for the good environmental status for underwater noise and other form of energy. The main report of task group 11 for Marine Strategy Framework Directive's descriptor 11 Draft 11:01/2010. 39pp ICES/JRC report.
- Tasker, M.L., Jones, P.H., Dixon, T.J. & Blake, B.F., 1984. Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for a standardised approach. *Auk* 101: 567-577.
- Tasker, M.L., Amundin, M., Andre, M., Hawkins, A., Lang, W., Merck, T., Scholik-Schlomer, A., Teilmann, J., Thomsen, F., Werner, S. & Zakharia, M., 2010. Marine Strategy Framework Directive, Report of Task Group 11: Underwater noise and other forms of energy. Report. ICES – EC (JRC) – EC (DG MARE).
- Tessens, E. & Velghe, M., 2010. De Belgische Zeevisserij: aanvoer en besomming 2009. Departement Landbouw en Visserij. Afdeling Landbouw en Visserijbeleid. Zeevisserij. 32.
- Tessens, E. & Velghe, M., 2011. De Belgische Zeevisserij: aanvoer en besomming 2010. Departement Landbouw en Visserij. Afdeling Landbouw en Visserijbeleid. Zeevisserij. 115.
- Vanagt, T., J. Calewaerts en L. Van de Moortel, 2011. Onderzoeksmogelijkheden mariene biologie, aquacultuur en duurzame visserij gekoppeld aan offshore windmolenpark op de Bligh Bank, 9pp.
- Theobald P, Robinson S and Lepper P. 2011. Measurements of the underwater noise from offshore wind farm installation in the UK. Workshop 'Standard in Underwater noise, Hamburg June 2011.
- Thompson, P.M., Lusseau, D., Barton, T., Simmons, D., Rusin, J. & Bailey, H., 2010. Assessing the responses of coastal cetaceans to the construction of offshore wind turbines. *Marine Pollution Bulletin* 60(8):1200-1208.
- TNO, 2010. Standards for measurements of underwater sound, Part I: Physical quantities and their units. 45 pp and two annexes. TNO 2010.
- Tougaard J and Damsgaard Henrikssen, O: 2009. Underwater noise from three types of offshore wind turbines: Estimation of impact zones for harbor porpoises and harbor seals. *J. Acoust.Soc. Am.* 125(6).pp 3766-3773.
- Ullmann, A., A. Sterl, J. Monbaliu and D. Van den Eynde, 2009. Contemporary and future climate variability and climate change: impacts on sea-surge and wave height along the Belgian coast.

- Katholieke Universiteit Leuven, Hydraulics Laboratory, Internal Report, 54 pp.
- Vanaverbeke, J.; Bellec, V.; Bonne, W.; Deprez, T.; Hostens, K.; Moulaert, I.; Van Lancker, V. and Vincx, M., 2007. Study of post-extraction ecological effects in the Kwintebank sand dredging area (SPEEK), Belgian Science Policy, Brussels, 92pp.
- Van Dalfsen, J.A.; Essink, K.; Toxvig madsen, H.; Birklund, J.; Romero, J., and Manzanera, M., 2000. Differential response of macrozoobenthos to marine sand extraction in the North Sea and the Western Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 57(5), 1439-1445.
- Van den Branden, R; G. De Schepper; L. Naudts, 2012. Zand- en grindwinning op het Belgisch deel van de Noordzee: Automatische registreersystemen geïnstalleerd aan boord van de zandwinningsschepen: overzicht van de data van het jaar 2011. BMM-MDO/2012-19/ZAGRI, 23 pp.
- Vandendriessche, S.; Derweduwen, J.; Hostens, K., 2011. Monitoring the effects of offshore windmill parks on the epifauna and demersal fish fauna of soft-bottom sediments: baseline monitoring, in: Degraer, S. et al., (Ed.) (2011). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring, pp. 65-81.
- Vandendriessche, S., K. Hostens, W. Courtens en E.W.M. Stienen, 2011a. Monitoring the effects of offshore wind farms: evaluating changes in fishing effort using Vessel Monitoring System data: targeted monitoring results. In: Degraer, S., R. Brabant en B. Rumes (Eds.) (2011). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit, 157 pp. + annex.
- Vandendriessche, S.; Derduwen, J.; Hostens, K., 2011b. Monitoring the effects of offshore windmill parks on the epifauna and demersal fish fauna of soft bottom sediments: baseline monitoring, in: Degraer, S., Brabant, R., Rumes, B. (Eds.) 2011. Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit, 157 pp. + annex.
- Vandendriessche, S.; J. Derweduwen & K. Hostens, 2012. Monitoring the effects of offshore wind farms on the epifauna and the demersal fish fauna of soft-bottom sediments, in: Degraer, S.; R. Brabant & B. Rumes (Eds.). 2012. Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Heading for an understanding of environmental impacts. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit, 156 pp. + annex.
- Van den Eynde, D., 2005. Numerieke modellering van het sedimenttransport ter hoogte van de Thorntonbank. Rapport CPOWER2/DVDE/200511/NL/TR1, Beheerseenheid van het Mathematisch Model Noordzee, Brussel, 24 pp.
- Van den Eynde, D., 2007. Numerieke modellering van het sedimenttransport ter hoogte van de

- Blighbank. Rapport BW/1/DVDE/200711/NL/TR1, Beheerseenheid van het Mathematisch Model Noordzee, Brussel, 26 pp.
- Van den Eynde, D., 2009. Numerieke modellering van het sedimenttransport ter hoogte van de Bank Zonder Naam. Rapport EDP/1/DVDE/200904/NL/TR1, Beheerseenheid van het Mathematisch Model Noordzee, Brussel, 28 pp.
- Van den Eynde, D.; Brabant, R.; Fettweis, M.; Francken, F.; Melotte, J.; Sas, M.; Van Lancker, V., 2010. Monitoring of hydrodynamic and morphological changes at the C-Power and the Belwind offshore wind farm sites: A synthesis, in: Degraer, S. et al., (Ed.) (2010). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability, pp. 19-36.
- Van den Eynde, D., 2011. En wat met de stormen: worden die talrijker en/of krachtiger? De Grote Rede, aanvaard voor publicatie Van den Eynde, D., R. De Sutter & P. Haerens, 2011. Climate change impact on marine storminess in the Belgian Part of the North Sea. Submitted to *Natural Hazards and Earth System Sciences*.
- Van der Kooij Jeroen, Beth E. Scott b, Steven Mackinson, 2008. The effects of environmental factors on daytime sandeel. distribution and abundance on the Dogger Bank. *Journal of Sea Research* 60, pp 201–209.
- Vanermen, N., Stienen, E.W.M., Courtens, W. & Van de Walle, M., 2006. Referentiesituatie van de avifauna van de Thorntonbank. Rapport IN.A.2006.22, 131 pp.
- Vanermen, N. & Stienen, E.W.M., 2009. Seabirds en Offshore Wind Farms: Monitoring results 2008. Report INBO.R.2009.8, Research Institute for Nature and Forest, Brussels. In: Degraer S. en Brabant R. (Ed.), (2009). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: State of the art after two years of environmental monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. Chapter 8: pp. 151-221.
- Vanermen, N., Stienen, E.W.M., Onkelinx, T., Courtens, W. & Van de walle, M., 2011. Seabirds en offshore wind farms: Power and impact analyses 2010. In: Degraer, S., Brabant, R. en Rumes, B., (Eds.) (2011). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. Chapter 9: pp. 93-129.
- Van Hoey, G.; Drent, J.; Ysebaert, T.; Herman, P., 2007. The Benthic Ecosystem Quality Index (BEQI), intercalibration and assessment of Dutch coastal and transitional waters for the Water Framework Directive: Final report. NIOO Rapporten, 2007-02. NIOO, 244 pp.
- Van Lancker, V., S. Deleu, V. Bellec, I. Du Four, E. Verfaillie, M. Fettweis, D. Van den Eynde, F. Francken, J. Monbaliu, A. Giardino, J. Portilla, J. Lanckneus, G. Moerkerke & S. Degraer, 2005. Management, research and budgetting of aggregates in shelf seas related to end-users

- (Marebasse). Scientific Report Year 3. Belgian Science Policy Office, 103 pp.
- Van Lancker, V.R.M.; Du Four, I.; Verfaillie, E.; Deleu, S.; Schelfaut, K.; Fettweis, M.; Van den Eynde, D.; Francken, F.; Monbaliu, J.; Giardino, A.; Portilla, J.; Lanckneus, J.; Moerkerke, G.; Degraer, S., 2007. Management, Research and Budgetting of Aggregates in Shelf Seas related to End-users (Marebasse). Belgian Science Policy: Brussel, 139 pp.
- van Moorsel, G.W.N.M., Waardenburg, H.W.; van der Horst, J., 1991. Het leven op en rond scheepswrakken en andere harde substraten in de Noordzee (1986 tot en met 1990) - een synthese. Bureau Waardenburg bv, Culemborg, Rapport 91.19, 49 pp.
- van Moorsel, G.W.N.M. & H.W. Waardenburg, 2001. Kunstmatige riffen in de Noordzee in 2001. De status 9 jaar na aanleg. Bureau Waardenburg bv, Culemborg, rapp. nr. 01-071, 35 pp.
- van Moorsel, G.W.N.M., 2003. Ecologie van de Klaverbank. *BiotaSurvey* 2002. Ecosub, Doorn. pp. 154, incl. 26 fig., 12 tabellen, 26 bijlagen; + 2 pp.
- Vattenfall, 2012. East Anglia ONE offshore windfarm: modelling of the cumulative underwater noise from concurrent construction at East Anglia ONE and Bligh Bank Phase II offshore windfarms. Technical Report Vattenfall – Scottish Renewables (Environmental Statement Vol 1, version 0, unpublished).
- Verfaillie, E., Van Lancker, V., Van Meirvenne, M., 2006. Multivariate geostatistics for the predictive modelling of the surficial sand distribution in shelf seas. *Continental Shelf Research* 26, 2454–2468.
- Vestas Wind Systems, 2005. Life cycle assessment of offshore and onshore sited wind power plants based on Vestas V90-3.0 MW turbines.
- Vestas Wind Systems, 2006. Life cycle assessment of offshore and onshore sited wind power plants based on Vestas V90-3.0 MW turbines – update 2006, 60 pp.
- von Benda-Beckmann, A.M., Ainslie, M.A., Wensveen, P.A., Miller, P.J.O., Kvadsheim, P., Tyack, P.L., Lam, F.P.A. & te Raa, L., 2011. Theoretical assessment of ramp-up efficacy on marine mammals. ESOMM-2011 4th Conference on the Effects of Sound in the Ocean on Marine Mammals. Amsterdam, The Netherlands, 5-9 September 2011.
- Weilgart, L., 2007. The impacts of anthropogenic ocean noise on cetaceans and implication for management. *Canadian Journal of Zoology* 85: 1091-1116.
- Weise, M.J. & Belden, D., 2011. Effects of stress on marine mammals from acoustic exposure. ESOMM-2011 4th Conference on the Effects of Sound in the Ocean on Marine Mammals. Amsterdam, The Netherlands, 5-9 September 2011.
- Wetlands International, 1997. Waterfowl population estimates – 2nd edition. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands.

- Winkelman, J.E., 1992. The impact of the Sep wind park near Oosterbierum, the Netherlands on birds 2: nocturnal collision risks. RIN rapport 92/3 Arnhem: Rijksinstituut voor Natuurbeheer.
- Zakon, H.H., 1986. The elektroreceptive periphery, In *Elektroreception*, (ed. T.H. Bullock & W. Heiligenberg). John Wiley and Sons, New York: 103-156.
- Zintzen V., 2007. Biodiversity of shipwrecks from the Southern Bight of the North Sea. PhD Thesis. Université Catholique de Louvain/Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique: Louvain-la-Neuve, Belgium. 343.

COLOPHON

This report was issued by MUMM in december 2012.

Status ☐ draft
☒ final version
☐ revised version of document
☐ confidential

Available in ☐ English
☒ Dutch
☐ French

This document may be cited as:

Rumes, B.; Di Marcantonio, M.; Brabant, R.; Degraer, S.; Haelters, J.; Kerckhof, F.; Van den Eynde, D.; Norro, A.; Vigin, L. en Lauwaert, B. 2011. Milieueffectenbeoordeling van het RENTEL offshore windmolenpark ten noordwesten van de Thorntonbank en ten zuidoosten van de Lodewijkbank. BMM, Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Brussel, 206 pp.

If you have any questions or wish to receive additional copies of this document, please send an e-mail to info@mumm.ac.be, quoting the reference, or write to:

MUMM
100 Gulledele
B-1200 Brussels
Belgium
Phone: +32 2 773 2111
Fax: +32 2 770 6972
<http://www.mumm.ac.be/>

